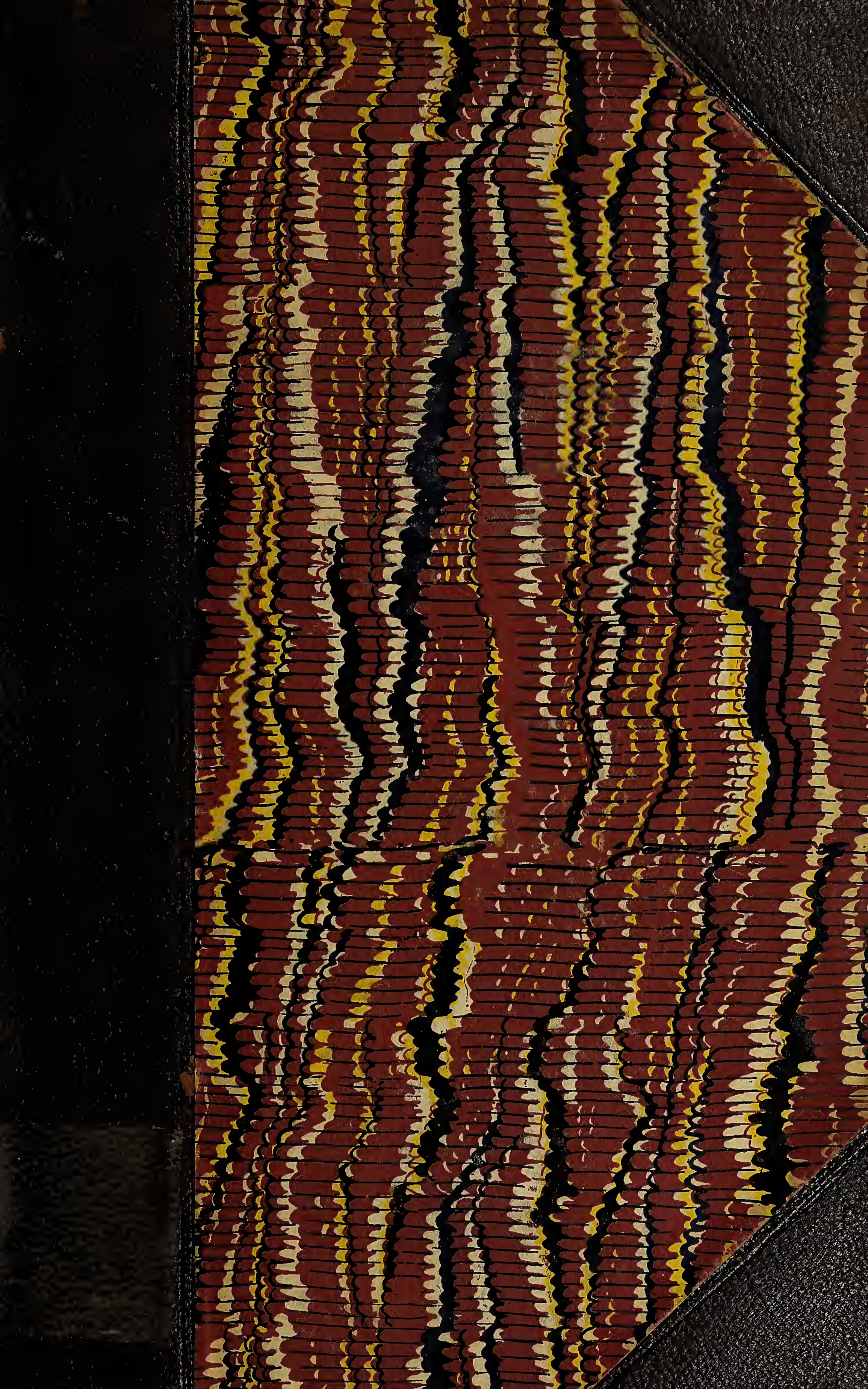






Publication trimestrielle

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME XLIV. — 1re LIVRAISON

Bulletin : feuilles I à 8.
Mémoires : feuilles I à 4.
Planches : I [redacted].

---

15 DÉCEMBRE 1921

LIÉGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
4, Place Saint-Michel, 4

1921

Prix des publications.

Le prix des publications de la Société est établi comme suit.

G. Dewalque. Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie, de paléontologie, ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique		frs.	3.00
Sur la probabilité de l'existence d'un nouveau bassin houiller au nord de celui de Liége et questions connexes, 4 planches.		frs.	10.00
La houille en Campine, 1 planche.		frs.	3.00
Etude géologique des sondages exécutés en Campine et dans les régions avoisinantes, 17 planches		frs.	25.00
Question des eaux alimentaires, 2 planches		frs.	5.00
G. Dewalque. Carte tectonique de la Belgique et des provinces voisines		frs.	2.00
Annales, tomes I à V, IX, X, XVII,	chacun	frs.	2.00
tomes XIII à XVI,	chacun	frs.	3.00
tomes XI et XII,	chacun	frs.	5.00
tomes VIII et XVIII,	chacun	frs.	7.00
tomes VII, XIX à XXII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXXI et XXXII,	chacun	frs.	15.00
tomes VI, XXIII, XXV, XXVI, XXVII; 3e livr. du tome XXX tomes XXXIII, XXXV, XXXVI et XXXVIII,	chacun	frs.	20.00
tomes XXX, XXXIV, XXXVII et XXXIX,	chacun	frs.	30.00
tome XL,		frs.	40.00
tomes XLI, XLII,		frs.	45.00
Publications Congo, année 1911-1912,		frs.	10.00
année 1912-1913,		frs.	20.00
année 1913-1914,		frs.	30.00
Bibliographie du bassin du Congo,		frs.	10.00
année 1918-1919,		frs.	20.00
année 1919-1920,		frs.	15.00
Mémoires in-4°, tome I,		frs.	30.00
tome II,		frs.	11.00

Les tomes VI, XXIII, XXV, XXVII, XXXIV et XXXVII ne seront plus vendus séparément sans l'autorisation du Conseil.

Il est accordé une remise de 25 % aux membres de la Société.

En outre, certaines livraisons dépareillées pourront être fournies à des prix très réduits à fixer par le Conseil.

La question du prolongement méridional du Bassin houiller du Hainaut,

(Avec 17 planches — Tiré à 100 exemplaires)

Prix 15 francs. En vente au Secrétariat.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME QUARANTE-QUATRIÈME

1920-1921



LIÉGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
4, Place St-Michel, 4

1921

LISTE DES MEMBRES

(Arrêtée au 1er janvier 1921)

Hauts Protecteurs

Le Ministère des Sciences et des Arts, à Bruxelles.

Le Gouvernement provincial de Liége.

Le Gouvernement provincial du Hainaut.

Membres Protecteurs

1 MM. Henry, René, directeur-gérant des Charbonnages du Hasard, 78, quai de Fragnée, à Liége.

2 Lespineux, Georges, ingénieur, 16, rue Lulay, à Liége.

3 La *Société anonyme des Charbonnages d'Ans et Rocour*, à Ans lez-Liége.

4 La *Société anonyme des Charbonnages de l'Arbre Saint-Michel*, à Mons lez-Liége.

5 La *Société anonyme des Charbonnages de Basse-Ransy*, à Tilleur.

6 La *Société anonyme des Charbonnages du Bois-d'Avroy*, à Sclessin-Ougrée.

7 La *Société anonyme des Charbonnages de Bonne-Espérance, Batterie et Violette*, à Liége.

8 La *Société anonyme des Charbonnages du Bonnier*, à Grâce-Berleur.

9 La *Société anonyme des Charbonnages du Hasard*, à Micheroux.

10 La *Société anonyme des Charbonnages du Horloz*, à Tilleur.

11 La *Société anonyme des Charbonnages de Gives*, à Ben-Ahin.

12 La *Société anonyme des Charbonnages de Gosson-Lagasse*, à Jemeppe-sur-Meuse.

13 La *Société anonyme des Charbonnages de Patience et Beaujonc*, à Glain lez-Liége.

14 La *Société anonyme des Charbonnages de Wérister*, à Beyne-Heusay.

15 La *Société Minière et Géologique du Zambèze*, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

16 La *Société anonyme des Charbonnages d'Amercœur*, à Jumet (près Charleroi).

17 La *Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Thy-le-Château et Marcinelle*, à Marcinelle.

18 La *Société anonyme du Charbonnage d'Ormont*, à Châtelet.

19 La *Société anonyme du Charbonnage d'Aiseau-Presle*, à Farciennes.

20 La *Société anonyme des Charbonnages de Falisolle*, à Falisolle.

21 La *Société anonyme des Charbonnages du Nord de Gilly* à Fleurus.

22 La *Société anonyme du Charbonnage du Boubier*, à Châtelet.

23 La *Société anonyme des Charbonnages du Petit-Try*, à Lambusart.

24 La *Société anonyme des Charbonnages de Ham-sur-Sambre*, à Moustier.

25 La *Société anonyme des Charbonnages de Fontaine-l'Evêque*, à Fontaine-l'Evêque.

26 La *Société anonyme Gaz et Electricité du Hainaut*, à Montigny-sur-Sambre.

27 La *Société anonyme des Charbonnages de Bonne-Espérance*, à Lambusart.

28 La *Société anonyme des Charbonnages de Masses-Diarbois*, à Ransart.

29 La *Société anonyme des Charbonnages des Grand-Conty et Spinois*, à Gosselies.

30 La *Société anonyme des Charbonnages de Tamines*, à Tamines.

31 La *Société anonyme du Charbonnage du Carabinier*, à Pont-de-Loup, près Charleroi.

32 La *Société anonyme des Charbonnages du Centre de Jumet*, à Jumet.

33 La *Société anonyme des Charbonnages de Noël-Sart-Culpart*, à Gilly.

34 La *Société anonyme des Charbonnages du Gouffre*, à Châtelineau.

35 La *Société anonyme des Charbonnages de Forte-Taille*, à Montigny-le-Tilleul.

36 La *Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine*, à Monceau-sur-Sambre.

37 La *Société anonyme des Charbonnages du Nord de Charleroi*, à Roux lez-Charleroi.

38 La *Société anonyme des Houillères-Unies du bassin de Charleroi*, à Gilly.

39 La *Société anonyme des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul*, à Hensies (par Pommerœul).

40 La *Société anonyme des Charbonnages de Sacré-Madame*, à Dampremy, près Charleroi.

41 La *Société anonyme des Charbonnages de Roton-Farciennes*, à Oignies-Aiseau.

42 La *Société anonyme des Charbonnages du Trieu-Kaisin*, à Châtelineau.

43 La *Société anonyme des Charbonnages de Courcelles-Nord*, à Courcelles.

44 La *Société anonyme des Charbonnages de Bray*, à Bray-lez-Binche.

45 La *Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Bayemont et Chauw-à-Roc*, à Marchienne-au-Pont.

46 La *Société anonyme « La Floridienne »*, 22, avenue Marnix, à Bruxelles.

47 La *Société anonyme « Les Mines Réunies »*, 22, avenue Marnix, à Bruxelles.

48 La *Société anonyme de Djebel Slata et Djebel Hameima*, 22, avenue Marnix, à Bruxelles.

49 La *Société anonyme des Charbonnages du Grand Mambourg Sablonnière*, à Montigny-sur-Sambre.

50 La *Société anonyme du Charbonnage du Bois Communal*, à Fleurus.

51 La *Compagnie géologique et minière des Ingénieurs et des Industriels belges* (*Géomines*), 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

52 La *Société anonyme des Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons*, à Boussu (près Mons).

53 La *Société anonyme des Charbonnages d'Hornu et Wasmes*, à Wasmes.

54 La *Société anonyme des Charbonnages du Levant de Mons*, 50, boulevard du Roi Albert, à Mons.

Membres effectifs [1]

1 MM. Abrassart, Adelson, ingénieur, régisseur de la Société anonyme des Charbonnages d'Hornu-Wasmes, à Wasmes.

2 Adam, Victor, ingénieur civil des mines, 49, avenue de l'Exposition, à Liége.

3 Anciaux, Hector, ingénieur au Corps des mines, rue de la Raquette, 30, à Mons.

4 Ancion, baron Alfred, ingénieur, industriel, sénateur, 32, boulevard Piercot, à Liége.

5 André, Léon, ingénieur, directeur général de la Société des Charbonnages du Bois-du-Luc, à Bois-du-Luc, Houdeng.

6 Anten, Jean, ingénieur civil des mines, 26, rue Basse-Chaussée, à Liége.

7 Anthoine, Raymond, ingénieur, 6, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

(1) L'astérisque (*) indique les membres à vie.

8 MM. Asselberghs, Etienne, docteur en sciences, géologue au Service géologique de Belgique, rue Hobbema, 61, à Bruxelles.

9 Association technique, 83, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

10 Baar, Armand, ingénieur des mines, rue Lebeau, 4, Liége.

11 Badart, Henri, ingénieur en chef-directeur des travaux des Charbonnages des Produits-au-Flénu, à Flénu.

12 Bailly, Oscar, ingénieur principal honoraire au Corps des mines, à Sclayn (Andenne).

13 Balat, Victor, conducteur principal des Ponts et Chaussées, rue des Bons-Enfants, à Huy.

14 Ball, Sydney, H., géologue en chef de la Société internationale forestière et minière du Congo, 71, Broadway New-York (Etats-Unis d'Amérique). (Adresse en Belgique : 8, Montagne du Parc, à Bruxelles.)

15 Barlet, Henri, ingénieur, chef de service aux Charbonnages de Gosson-Lagasse, à Montegnée, lez-Liége.

16 Beauvois, François, directeur-gérant du Charbonnage des Six-Bonniers, à Seraing.

17 *La Belgo-Katanga*, 30, rue d'Edimbourg, à Bruxelles.

18 Bellière, Marcel, ingénieur, Mission géographique et géologique du Katanga (Comité spécial du Katanga), Elisabethville (Congo belge), via Capetown.

19 Belot, Albert, ingénieur en chef-directeur des travaux des Charbonnages Réunis de Charleroi, rue Roton, à Charleroi.

20 Bernier, Charles, directeur-gérant des Charbonnages de Maurage, à Maurage.

21 Bertrand, Maurice, ingénieur chef de service de la Société Minerais et Métaux, 2, avenue Priel, à Asnières (Seine), (France).

22 *Bibliothèque de l'Université de Poitiers*, à Poitiers (France).

23 Biquet, Maurice, ingénieur divisionnaire à la Société de fonçage de puits Franco-Belge, à Heusden (Limbourg).

24 MM. Bleyfuez, F., ingénieur à la Société de la Vieille-Montagne, La Calamine (Moresnet).

25 Bockholtz, Georges, ingénieur en chef, directeur des Mines, 71, rue Rogier, à Namur.

26 Bodart, Maurice, ingénieur civil des mines, 121, avenue Adolphe Buyl, à Bruxelles.

27 Boden, Henri, ingénieur-directeur des travaux aux Charbonnages du Corbeau, à Grâce-Berleur.

28 Bodson, Fernand, ingénieur, 17, rue Henri Maus, à Liége.

29 Bogaert, Hilaire, ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages du Bois-d'Avroy, 37, boulevard de Cointe, à Liége.

30 Bolle, Jules, ingénieur principal au Corps des mines, 157, rue des Moulins, à Frameries (Temple).

31 Bonnardeaux, Hippolyte, ingénieur, chef de service des Charbonnages de Pennaroja, à Espiel (province de Cordoba), Espagne.

32 Braive, Emile, ingénieur, 12, avenue de Tervueren, à Bruxelles.

33 Breyre, Adolphe, ingénieur principal au Corps des mines, 165, avenue de la Couronne, Bruxelles.

34 Briart, Paul, médecin, 191, rue Américaine, à Bruxelles.

35 Brien, Victor, ingénieur honoraire des mines, professeur à l'Université libre de Bruxelles, 10, Boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

36 Bronckart, Fernand, ingénieur, rue Wazon, 71, à Liége.

37 Bruxelles, Ecole de guerre.

38 Buttgenbach, Henri, administrateur-directeur de la Floridienne, des Mines Réunies et de Djebel Slata, 439, avenue Louise, à Bruxelles.

39 Cambier, René, ingénieur-directeur des travaux aux Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, 38, rue Léon Bernus, à Charleroi.

40 Capiau, Herman, directeur-gérant des Charbonnages du Levant de Mons, 45, Boulevard des Etats-Unis, à Mons.

41 MM. CAPPELLEN, Joseph, ingénieur, secrétaire général du Charbonnage d'Amercœur, rue Wattelaer, à Jumet.

42 CARNEGIE MUSEUM, à Pittsburg, Pensylvanie (Etats-Unis d'Amérique).

43 Les *Carrières de Sprimont* (anciens établissements Math. Van Roggen), à Sprimont (Liége).

44 CAVALLIER, Camille, administrateur-directeur de la Société anonyme des Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson, 40bis, rue Cardinet, Paris, XVIIe (France).

45 CENTNER, Paul, ingénieur à Lambermont, par Ensival.

46 CESÀRO, Giuseppe, membre de l'Académie royale des Sciences, professeur à l'Université de Liége, 15, rue Hemricourt, à Liége.

47 CHARLIER, Paul, ingénieur aux Charbonnages de Lières (Solvay et Cie) Oviedo-Asturies. Espagne.

48 CHARLES, Florent, ingénieur civil des mines, 57, rue Basse-Chaussée, à Ans lez-Liége.

49 CHEVY, Edouard, ingénieur A. I. M. S., entreprises industrielles et minières, 2, rue du Chêne, à Kinkempois-Angleur.

50 CLAUS, Fernand, ingénieur divisionnaire du Charbonnage de Ressaix, à Péronnes.

51 COLLIN, Jules, ingénieur des mines, Avenue Louise, 199, à Bruxelles.

52 COLLINET, Edmond, directeur-gérant de la Société anonyme des Charbonnages de Herve-Wergifosse, à Herve.

53 COLMAN, C., géomètre en chef aux Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Eysden (Limbourg).

54 La *Compagnie des Chemins de fer du Congo supérieur aux Grands Lacs Africains.* (Directeur M. de Lannoy), 7, rue des Cultes, à Bruxelles.

55 *Compania Hullera d'Espiel* (La), 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

56 *Compania minera d'Incosa* (La), 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

57 *Compania minera Endeamine* (La), 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

58 MM. Construm, Armand, ingénieur, sous-directeur des Charbonnages de la Concorde, rue Thier de Jace, 22, à Jemeppe-sur-Meuse,

59 Coppée, Alfred, ingénieur, rue Jonruelle, à Liége.

60 Coppoletti, Coriolano, scesa-san-Francesco, à Catanzaro (Italie).

61 Cornet, Jules, membre de l'Académie royale des Sciences, professeur à l'Ecole des mines du Hainaut, 12, boulevard Elisabeth, à Mons.

62 Cornet, Marcel, ingénieur civil des mines, ingénieur-électricien, 42, rue des Echevins, à Ixelles.

63 Cosyns, Georges, docteur en sciences naturelles, assistant à l'Université libre de Bruxelles, avenue Emmanuel, à Haren (Nord).

64 Crespin, Léon, ingénieur civil des mines, 9, rue de l'Industrie, à Jemeppe-sur-Meuse.

65 Crismer, Léon, membre de l'Académie royale des Sciences, professeur à l'Ecole militaire, 39, rue Hobbema, à Bruxelles.

66 Cryns, Achille, ingénieur aux Charbonnages de Gosson-Lagasse, 4, rue du Bois, à Jemeppe-sur-Meuse.

67 Cryns, Joseph, ingénieur principal des Charbonnages de Limbourg-Meuse, villa de Trekschueren, chaussée de Liége, à Hasselt.

68 Daimeries, Anthime, ingénieur, professeur à l'Université, 4, rue Royale, à Bruxelles.

69 Damas, Désiré, professeur à l'Université, 54, quai Van Beneden, à Liége.

70 Dandois, Hector, ingénieur principal au Corps des mines, 21, rue de la Science, à Charleroi.

71 d'Andrimont, René, ingénieur-géologue, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

72 MM. D'ANDRIMONT, Vincent, élève ingénieur, 49, avenue de l'Armée, à Bruxelles.

73 DE BUGGENOMS, L., avocat, 40, rue Courtois, à Liége.

74 DAPSENS, Jules, ingénieur, administrateur-délégué des Charbonnages d'Espiel, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

75 DEBILDE, Emile, directeur-gérant des Charbonnages du Hainaut, à Hautrages-Etat.

76 DEBOUCQ, Léon, ingénieur en chef-directeur des Mines, 12, rue Chapelle Beausart, à Mont-sur-Marchienne.

77 DE BOURNONVILLE, Georges, docteur en droit, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

78 DE CAUX, Jean, ingénieur, directeur des travaux aux Charbonnages du Bois-d'Avroy, 201, quai de Fragnée, à Liége.

79 DECELLE, Edgar, ingénieur, 46, boulevard Adolphe Max, à Bruxelles.

80 DE DAMSEAUX, Albert, docteur en médecine, inspecteur des Eaux minérales, rue Neuve, à Spa.

81 DE DORLODOT, chanoine Henry, docteur en théologie, membre correspondant de l'Académie royale des Sciences, professeur à l'Université, 42, rue de Bériot, à Louvain.

82 DE DORLODOT, Jean, ingénieur civil des mines, 44, rue de Bériot, à Louvain.

83 DE DORLODOT, Léopold, ingénieur-géologue, 17, rue de Comines, à Bruxelles.

84 DEFIZE, François, directeur des travaux du Charbonnage d'Ougrée, à Ougrée.

85 DEFRISE, Eugène, ingénieur divisionnaire aux Charbonnages du Levant du Flénu, Division de l'Héribus, à Cuesmes.

86 * DE GREEF, R.-P.-Henri, professeur à la Faculté des sciences du Collège N.-D. de la Paix, à Namur.

87 DE GRIPARI, Georges-N., ingénieur des mines et ingénieur géologue à Baranowka, Wolhynie (Russie).

88 MM. DEHARVENG, Charles, directeur-gérant des Charbonnages du Levant du Flénu, à Cuesmes.

89 DEHASSE, Joseph, administrateur-directeur des Charbonnages de la Concorde, 29, rue Forgeur, à Liége.

90 DEHASSE, Louis, ingénieur, professeur à l'Ecole des mines et Faculté polytechnique de la province du Hainaut, directeur-gérant des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul, 12, rue des Compagnons, à Mons.

91 DEHOUSSE, Charles, ingénieur, directeur-gérant du Charbonnage de Bray, à Bray lez-Binche.

92 DE JAER, Léon, ingénieur, directeur des travaux des Charbonnages de Patience-et-Beaujonc, 102, rue Walthère Jamar, à Ans.

93 * DE KONINCK, Lucien-Louis, ingénieur, professeur émérite à l'Université, 2, quai des Etats-Unis, à Liége.

94 DELADRIER, Emile, docteur en sciences naturelles, 2, rue Saint-Bernard, à Saint-Gilles lez-Bruxelles.

95 DELACUVELLERIE, H., ingénieur divisionnaire aux Charbonnages de Monceau-Fontaine, à Piéton.

96 DELBROUCK, Marcel, ingénieur en chef-directeur des Mines, à Liége.

97 DELCOUR, André, ingénieur civil des mines, 177, avenue du Chêne, à Heusy-lez-Verviers.

98 DELCOURT, Edmond, directeur de la Société industrielle des Pyrénées, à Bagnères-de-Bigorre (France).

99 DELECOURT, Jules (fils), ingénieur, entrepreneur de sondages et de puits artésiens, 102, Grand'Rue, à Saint-Ghislain lez-Mons.

100 DELÉPINE, abbé G., professeur à la Faculté libre des sciences, 60, boulevard Vauban, à Lille (Nord) (France).

101 DE LÉVIGNAN, comte Raoul, docteur en sciences naturelles, 39, rue d'Edimbourg, à Bruxelles.

102 DELFORGE, Jules, docteur en sciences, 22, rue Dagnelies, à Charleroi.

103 DELHAYE, Fernand, ingénieur, 7, rue des Gades, à Mons.

104 MM. DELHAYE, Georges, ingénieur, 10, rue de l'Aqueduc, Bruxelles.

105 DE LIMBURG-STIRUM, comte Adolphe, questeur de la Chambre des représentants, 72, rue du Trône, à Ixelles-Bruxelles (en été à Saint-Jean par Bihain).

106 DELMER, Alexandre, ingénieur principal au Corps des mines, 129, avenue de l'Hippodrome, à Ixelles.

107 DE LOOZE, Jean, ingénieur, secrétaire général de la Société Anonyme des sondages et travaux miniers Lemoine, 122, avenue de l'Observatoire, à Liége.

108 DELORTHE, Gaston, ingénieur civil des mines, président du Comité de direction des Charbonnages Orange-Nassau, à Heerlen (Hollande).

109 DELRUELLE, Léon, ingénieur en chef-directeur des Mines, 16, rue Lambert-le-Bègue, à Liége.

110 DELSEMME, Toussaint, ingénieur, sous-directeur des Charbonnages de Wérister, à Beyne-Heusay.

111 DELTENRE, Georges, administrateur-directeur des Charbonnages de l'Arbre-Saint-Michel, à Mons, lez-Liége.

112 DEMANY, Charles, directeur-gérant du Charbonnage de la Grande Bacnure, 555, rue Saint-Léonard, à Liége.

113 DEMARET, Jules, ingénieur principal des mines, 33, avenue d'Havré, à Mons.

114 DEMARET, Léon, ingénieur en chef-directeur des mines (1er arrondt), docteur en sciences, ingénieur électricien 15, Boulevard Dolez, à Mons.

115 DEMEURE, Adolphe, directeur des Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Eysden Sainte-Barbe, par Leuth.

116 DEMONCEAU, Julien, ingénieur civil des mines, avenue Blonden, à Liége.

117 DENOËL, Lucien, ingénieur en chef des mines, professeur à l'Université, 314, rue des Wallons, à Liége.

118 DE PIERPONT, Edouard, conseiller provincial, au château de Rivière, par Lustin.

119 DÉPINAY, J., 153, boulevard Hausmann, à Paris.

120 MM. DEPREZ, Sylvain, ingénieur, chef de mission. Forminière S. G. Sandoa (district de la Lulua). Congo belge, via Cape-Town et Elisabethville. (Adresse pour cotisations : M. Meily, Forminière, 66, rue des Colonies, à Bruxelles.

121 DE RADZITZKY D'OSTROWICK, baron Ivan, 6, rue Paul Devaux, à Liége.

122 DE RAUW, Hector, ingénieur des mines, ingénieur géologue, Eghezée, lez-Namur.

123 DENUIT, Fernand, ingénieur principal adjoint du Service de l'exploitation des Charbonnages de Mariemont, à Morlanwelz.

124 DERCLAYE, Oscar, ingénieur, directeur des Charbonnages du Fief de Lambrechies, à Pâturages.

125 DESCAMPS, Norbert, ingénieur divisionnaire aux Charbonnages Réunis de Charleroi, chaussée de Bruxelles, à Lodelinsart.

126 DE SCHEPPER, Max, ingénieur au Service technique de la Province de Liége, major du génie de réserve, 60, avenue des Thermes, à Liége.

127 DESENFANS, Georges, ingénieur principal au Corps des mines, 191, Grand'Rue, à Nimy lez-Mons.

128 DESPRET, Eugène, ingénieur, administrateur-directeur de la Société métallurgique de Boom (Anvers), avenue Louise, 420, Bruxelles.

129 DESPRET, Georges, ingénieur à Jeumont, par Erquelinnes, poste restante.

130 DESSALES, E., ingénieur au Corps des mines, assistant à l'Université, 529, rue de Herve, Grivegnée.

131 DESSARD, Noël, ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages de Wérister, à Romsée.

132 DE STEFANI, Carlo, professeur à l'Institut royal d'études supérieures, 2, piazza San Marco, à Florence (Italie).

133 DESTINEZ, Edouard, ingénieur, 2, rue Ortélius, à Bruxelles.

134 MM. De Thaye, Charlot, ingénieur, directeur des travaux des Charbonnages d'Amercœur, rue de Charleroi, à Dampremy.

135 Devivier, Paul, ingénieur, à Forges-Marchin.

136 Devletian, Miguerlitch, ingénieur, 88, avenue des Acacias, à Namur-Jambes.

137 * De Walque, François, ingénieur, professeur à l'Université, 28, rue des Joyeuses-Entrées, à Louvain.

138 Dewez, Léon, ingénieur-géologue, à la Bouxhaye, Herve.

139 d'Heur, Georges, ingénieur, 84, rue de Fragnée, à Liége.

140 La Direction générale des Charbonnages de La Haye, 24, rue du Laveu, à Liége.

141 La Direction des travaux des Charbonnages de La Haye, 353, rue St-Gilles, à Liége.

142 Donckier de Donceel, Charles, ingénieur, à Fresin, par Rosoux-Goyer.

143 Dondelinger, V. M., ingénieur des mines de l'Etat, 28, route de Merl, à Luxembourg (Grand-Duché).

144 Doreye, Alexandre, ingénieur, administrateur de sociétés industrielles, 2, rue des Palais, à Bruxelles.

145 Doyen, A., pharmacien à Farciennes.

146 Dresen, Henri, ingénieur au Charbonnage « Orange-Nassau », à Schaesberg (Limbourg hollandais).

147 Dubar, Arthur, administrateur-gérant des Charbonnages du Borinage Central, à Pâturages.

148 Du Bois, Ernest, ingénieur civil des mines, 106, avenue Louise, à Bruxelles.

149 Dubois, Jules, ingénieur aux Charbonnages de Courcelles-Nord, à Courcelles.

150 Dumont, , ingénieur civil des mines, directeur des Charbonnages d'Espiel, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

151 Dupire, Arthur, ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons, à Dour.

152 MM. Dupont, Fernand, ingénieur du Service technique provincial, 14, rue de l'Etat-Tiers, à Liége.

153 Dupret, Alexandre, ingénieur au Corps des mines, 16, rue du Parc, à Mons.

154 Duquesne, E., ingénieur, directeur de la Société Gaz et Electricité, rue de la Corderie, à Montigny-sur-Sambre.

155 Durez, Ed., directeur des travaux des Charbonnages de Marcinelle-Nord et Fiestaux, 30, rue Sainte-Croix, à Dour.

156 Dusart, Ernest, ingénieur divisionnaire, siège 5, des Mines de Marles, à Auchel (Pas-de-Calais), France.

157 Du Trieu de Terdonck, Robert, ingénieur à l'Union minière du Haut Katanga, 44, rue Hydraulique, à Bruxelles.

158 Ehrmann, F., C G - M C - D C M - O A. Préparateur de géologie et minéralogie à la Faculté des Sciences, collaborateur du Service de la Carte géologique de l'Algérie, chargé de mission du Gouvernement général de l'Algérie, 31, rue Borely la Sapie, à Alger.

159 Eloy, Louis, ingénieur, 248, rue de la Loi, Bruxelles.

160 Escher, B.-G., conservateur des collections minéralogiques et géologiques à l'Université technique de Delft, à Batavia (Indes Néerlandaises).

161 Esseling, Cornélis, ingénieur, directeur-gérant des Ateliers de construction des Sondages et Travaux miniers Lemoine, 184, rue Mandeville, à Liége.

162 Euchêne, Albert, ingénieur civil des mines, 8, boulevard de Versailles, à Saint-Cloud (Seine-et-Oise) (France).

163 Felot, Charles, ingénieur civil des mines, 62, rue de Harlez, à Liége.

164 Firket, Victor, ingénieur en chef-directeur des Mines, 33, rue Charles Morren, à Liége.

165 Fistié, Georges, ingénieur aux Charbonnages de Mariemont, à Morlanwelz.

166 Flesch, Oscar, ingénieur, directeur des travaux aux Charbonnages d'Ans et Rocour, à Ans lez-Liége

167 MM. Foidart, Jacques, directeur des travaux au Charbonnage de l'Arbre-Saint-Michel, à Mons lez-Liége.

168 Fonsny, Henri (fils), ingénieur de l'industrie textile, assistant à l'École supérieure des textiles de Verviers, 53, rue Rogier, à Verviers.

169 Fontaine, N., ingénieur, directeur des travaux aux Charbonnages de Marcinelle-Nord, 15, Vieille Place, à Marcinelle.

170 Fourmarier, Paul, membre correspondant de l'Académie royale des sciences, ingénieur principal au Corps des mines, professeur à l'Université, avenue de l'Observatoire, 140, à Liége.

171 Fournier, Dom Grégoire, abbaye de Maredsous, par Maredret-Sosoye.

172 Fraikin, Joseph, directeur du Banc d'épreuves des armes à feu, 243, rue Saint-Léonard, à Liége.

173 Fraipont, Charles, ingénieur civil des mines (A. I. Lg), professeur à l'Université, 37, rue Mont-Saint-Martin, à Liége.

174 France, Antoine, ingénieur en chef des Charbonnages de La Haye, 353, rue Saint-Gilles, à Liége.

175 François, Charles, sous-directeur des travaux aux Charbonnages Réunis de Charleroi, à Charleroi-Nord, rue Roton, 70.

176 Franquet, Jules, ingénieur, directeur des travaux de la Compagnie des Charbonnages Belges (Agrappe), rue des Martyrs, La Bouverie, près Mons.

177 Frenay, Maurice, ingénieur à la Société Russo-Belge, à Enakievo (Russie).

178 Frérichs, Charles, ingénieur, 21, rue Gachard, à Bruxelles.

179 Fréson, Georges, ingénieur, directeur de la Société anonyme du Charbonnage du Boubier, 19, rue de Loverval, à Châtelet.

180 Fronville (l'abbé), aumônier du travail, rue de Bayemont, à Marchienne-Docherie.

181 Gaillard, Georges, ingénieur civil des mines, 73, avenue de la Toison d'Or, à Bruges.

182 MM. Galand, Lambert, administrateur-gérant du Charbonnage du Bonnier, à Grâce-Berleur.

183 Galopin, Alexandre, ingénieur, directeur de la Fabrique Nationale d'Armes de Guerre, 133, boulevard de la Constitution, à Liége.

184 Galvanowski, Ernest, ingénieur des mines, v. Milenka, villa Milka, Belgrade (Serbie).

185 Garcia-Lago, José, ingénieur, Ronda de Segovia, 7, Madrid (Espagne).

186 Gérimont, Maurice, ingénieur, 10, rue Charles Morren, à Liége.

187 Gérard, André, ingénieur, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

188 Gevers-Orban, Emile, ingénieur, directeur des mines de la Société Solvay, à Suria, par Barcelone (Espagne).

189 Ghysen, Henri, ingénieur en chef-directeur des mines, 290, chaussée de Philippeville, à Marcinelle, par Charleroi.

190 Gilkinet, Alfred, docteur en sciences naturelles, membre de l'Académie royale des Sciences, professeur à l'Université, 15, rue Renkin, à Liége.

191 Gilard, Pierre, ingénieur, rue de Renory, à Angleur.

192 Gillet, Camille, docteur en sciences, pharmacien, professeur de chimie à l'Ecole supérieure des textiles, 19, avenue de Spa, à Verviers.

193 Gillet, Charles, ingénieur principal au Corps des mines, 43, place Communale, à Dampremy.

194 Gillet, Paul, ingénieur à la Compagnie des chemins de fer secondaires, 33, rue Renkin, à Bruxelles.

195 Gindorff, Augustin, ingénieur, 19, rue Darchis, à Liége.

196 Gittens, Willy, ingénieur, 10, rue Marceau, à Tunis (Tunisie).

197 Godchaux, Maurice, directeur technique des Usines de Sambre-et-Moselle, à Montigny-sur-Sambre.

198 Goffart, Jules, professeur à l'Athénée royal, 53, rue Ambiorix, à Liége.

199 MM. GOFFART, Paul, ingénieur, directeur des travaux aux Charbonnages de Gosson-Lagasse, à Montegnée.

200 GOFFIN, Marcel, ingénieur civil des mines, 19, rue de la Reine, à Bruxelles.

201 GONZALEZ-LLANO Y FAGOAGA, Emilio, ingénieur des mines, secrétaire de la Commission houillère nationale de l'Espagne, Avenida Alfonso XII, 70, à Madrid.

202 GOORMAGHTIGH, Gustave, ingénieur, 6, avenue Frère-Orban, à Mons.

203 GOOSSENS, Lambert, ingénieur, 9, Square Moncey, à Paris (France).

204 GRAMBRAS, Prosper, ingénieur, 16, rue de Marcinelle, à Charleroi.

205 GRAS, Albert, ingénieur, directeur de la Société anonyme des Houillères de St-Chamond, 13, rue Marc Seguin, à Saint-Chamond (Loire) (France).

206 GRAVEZ, Léon, directeur-gérant des Charbonnages des Produits, à Flénu-lez-Mons.

207 GREINDL, baron Léon, lieutenant-général commandant le génie de l'armée, 19, rue Tasson-Snel, à Bruxelles.

208 GUERIN, Maurice, ingénieur au Corps des mines, assistant à l'Université, 41, rue Herman Reuleaux, à Liége.

209 GUILLAUME, André, pharmacien, à Spa.

210 HABETS, Marcel, directeur des mines et charbonnages de la Société Cockerill, 74, quai des Carmes, à Jemeppe-sur-Meuse.

211 HABETS, Paul, ingénieur, directeur-gérant de la Société anonyme des Charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, professeur à l'Université de Bruxelles, rue des Augustins, à Liége.

212 HALBART, Jacques, ingénieur en chef aux Charbonnages de la Concorde, à Jemeppe s/Meuse.

213 HALET, Franz, ingénieur agricole, géologue au Service géologique de Belgique, au Palais du Cinquantenaire, à Bruxelles.

214 MM. HALEWIJCK, Eugène, ingénieur, 33, avenue Charles Janssens, à Ostende.

215 HALKIN, Joseph, professeur à l'Université de Liége, 20, avenue de la Laiterie, à Cointe-Sclessin, lez-Liége.

216 HALLET, André, ingénieur principal au Corps des mines, 117, avenue de l'Observatoire, à Liége.

217 HALLET, Edmond, ingénieur en chef des Charbonnages du Grand-Hornu, à Merbes-le-Château.

218 HALLET, Marcel, ingénieur honoraire au Corps des mines, directeur-gérant des Charbonnages de Fond Piquette, à Vaux-sous-Chèvremont.

219 HALLEUX, Arthur, ingénieur du Service technique provincial, 1, rue de Sélys, à Liége.

220 HANNAM, Robert-Wilfried, ingénieur-conseil au Ministère des Colonies, Mining and metallurgical Club, Westminster, Londres S. W. (Angleterre)

221 HANOT, Charles, ingénieur, directeur des travaux aux Charbonnages d'Espérance et Bonne-Fortune, à Montegnée.

222 HANS, Nicolas, ingénieur en chef des Charbonnages du Horloz, 36, rue Vinâve, à Tilleur.

223 HARDY, Louis, ingénieur du Corps des mines, rue Desandrouin, à Charleroi.

224 HARROY, Jules, ingénieur de la Société Foraky, 51, boulevard Thonissen, à Hasselt.

225 HARSÉE, Henri, directeur des travaux aux Houillères Unies, rue Appaumée, à Ransart.

226 HENIN, Carlo, ingénieur, à Farciennes.

227 HENIN, Jules, ingénieur aux Charbonnages de Bonne-Fin, 7, rue Burenville, à Liége.

228 HENRIETTE, Georges, lieutenant attaché au Ministère des Affaires économiques, 159, avenue de Solbosch, à Ixelles.

229 HENROTTE, Jean, ingénieur, 230, avenue de Tervueren, à Bruxelles.

230 HENROTIN, Léopold, ingénieur à Nebida (Sardaigne).

231 MM. HENRY, Josué, colonel commandant le 14e régiment de ligne, 62, rue de l'Académie, à Liége.

332 HERBAY, Henri, ingénieur civil des mines, 41, rue de Namur, à Liége.

233 HERPIN, Emile, ingénieur, directeur-gérant du Charbonnage de et à Falisolle.

234 HEUPGEN, Jacques, 1402, Yale Station, New Haven, Connecticut U. S. A. (Adresse pour cotisations, 10, rue du Grand Quiévroy, à Mons).

235 HEYMANS, Henri, ingénieur-directeur des travaux de la firme « Travaux miniers E. Lemoine », à Braine-le-Château.

236 HOUARD, Louis, ingénieur aux Charbonnages de Bonne-Espérance, Batterie et Violette, 39, rue Jonruelle, à Liége.

237 HUBERT, Herman, inspecteur général des mines, professeur à l'Université, 7, rue de Sélys, à Liége.

238 HUMBLET, Emile, directeur des travaux aux Charbonnages de Wérister, à Romsée.

239 INSTITUT CARTOGRAPHIQUE MILITAIRE, à La Cambre, Bruxelles.

240 INSTITUT DE CHIMIE MEURICE, 14, rue Simonis, à Bruxelles.

241 INSTITUT SUPÉRIEUR DE COMMERCE (directeur M. Ernest Dubois), 51, rue des Peintres, à Anvers.

242 IXELLES, Compagnie intercommunale des Eaux de l'agglomération bruxelloise, 48, rue du Trône.

243 JACQUEMART, François, ingénieur, à Sauheid (Embourg), par Chênée.

244 JACQUET, Jules, inspecteur général honoraire des mines, 21, rue de la Terre-du-Prince, à Mons.

245 JADOT, Octave, directeur-gérant des Charbonnages d'Ormont, à Châtelet.

246 JOCKIN, Albert, commissaire voyer, 26, chaussée de Theux, à Heusy (Verviers).

247 MM. Jorissenne, Gustave, docteur en médecine, 5, quai Marcellis, à Liége.

248 Kairis, Antoine, à Cornesse, près Pepinster.

249 Kaisin, Félix, professeur à l'Université, 27, boulevard de Jodoigne, à Louvain.

250 Karapetian, Ohannes, ingénieur géologue, Société de Bienfaisance Arménienne du Caucase, 7, Abaceabadsky Pl., à Tiflis, Caucase (Russie).

251 Kersten, Joseph, ingénieur, inspecteur général des charbonnages patronnés par la Société Générale pour favoriser l'Industrie nationale, 43, avenue Brugmann, à St-Gilles-lez-Bruxelles.

252 Kervyn de Merendre, Etienne, 32, avenue de la Couronne, à Bruxelles.

253 Klein, Dr Willem-Carel, géologue de la Bataafsche Petroleum Maatschappij, 30, Carel van Bijlandtlaan, à La Haye (Hollande).

254 Kleyer, Gustave, avocat, bourgmestre de la ville de Liége, 21, rue Fabry, à Liége.

255 Kostka, Romain, ingénieur, chef de mission de la Société anversoise pour la recherche des mines au Katanga, Elisabethville, via Capetown (Congo Belge).

256 Kraentzel, Fernand, docteur en géographie, 163, rue Gérard, à Etterbeek.

257 Kreglinger, Adolphe, ingénieur, Hôtel de Jaman, les Avants près Montreux (Suisse), et 2, avenue de Mérode, à Anvers.

258 Kruseman, Henri, 28, rue Africaine, à Bruxelles.

259 Laboratoire de Géologie du Collège de France, place Marcellin Berthelot, à Paris (France).

260 Lagage, Eugène, directeur-gérant du Charbonnage de Fontaine-l'Evêque.

261 Lagasse, Paul, ingénieur, 21, quai de la Boverie, à Liége.

262 Laloux, Georges, industriel, 2, rue St-Remy, à Liége.

263 Lambert, Paul, administrateur de sociétés minières, 252, rue de la Loi, à Bruxelles.

264 MM. Lambert, Paul, banquier, 35, rue Royale, à Bruxelles.

265 Lambinet, Adhémar (fils), à Auvelais.

266 Lancsweert, Prosper, ingénieur des mines, 11, rue Marie de Bourgogne, à Ixelles-Bruxelles.

267 Lassine, Albert, ingénieur aux Chemins de fer de l'Etat, 53, rue Paul Devigne, à Schaerbeek.

268 Latinis, Léon, ingénieur-expert, à Seneffe.

269 Laurent, Arthur, directeur des travaux des Charbonnages de Monceau-Bayemont, à Marchienne-au-Pont.

270 Lebacqz, Jean, directeur général des mines, 34, avenue de la Cascade, à Ixelles.

271 Leblanc, Edouard, ingénieur civil des mines, ingénieur géologue, ingénieur au Charbonnage de Marcinelle-Nord, à Marcinelle.

272 Leborne, François, directeur-gérant des Charbonnages de Petit Try, à Lambussart.

273 Leboutte, Edmond, ingénieur à la Société minière de Haïphong (Tonkin).

274 Lechat, Carl, ingénieur, 15, rue de l'Été (boulevard Militaire), à Bruxelles.

275 Lechat, Victor, inspecteur général des Mines, 13, place de Bronckart, à Liége.

276 Ledent, Mathieu, ingénieur, directeur-gérant de la Société anonyme du Charbonnage des Quatre-Jean, 2, rue de la Station, à Jupille.

277 Ledouble, Octave, inspecteur général des mines, 27, quai de l'Ourthe, à Liége.

278 Leduc, Victor, ingénieur, administrateur de la Société anonyme des Charbonnages des Kessales, 24, avenue Rogier, à Liége.

279 Lefèbvre, Jules, ingénieur, 169, rue Américaine, à Bruxelles.

280 Legrand, Louis, ingénieur au Corps des mines, 25, quai de Namur, à Charleroi.

281 Lejeune, Victor, ingénieur des mines, 26, chaussée de Wavre, à Ixelles-Bruxelles.

282 MM. Lemaire, Emmanuel, ingénieur en chef-directeur des mines, attaché au Service des accidents miniers et du grisou, professeur à l'Université de Louvain, 116, boulevard Charles Sainctelette, à Mons.

283 Lemaire, Gustave, ingénieur principal au Corps des mines, avenue de la Couronne, 122, à Bruxelles.

284 Lemonnier, Alfred, ingénieur-directeur à la Société Solvay et Cie, 60, boulevard d'Anderlecht, à Bruxelles.

285 Le Paige, Ulric, ingénieur, attaché à la Société de l'Espérance-Longdoz, 320, rue des Vennes, à Liége.

286 Lepersonne, Max, ingénieur des mines, 8, place Rouveroy, à Liége.

287 Leriche, Maurice, professeur à l'Université libre, 47, rue du Prince Royal, à Bruxelles.

288 Lesaack, Julien, ingénieur, directeur des travaux des Charbonnages du Borinage Central, à Pâturages.

289 Lesoille, Jules, ingénieur, directeur des travaux des Charbonnages du Nord du Rieu-du-Cœur, à Jemappes.

290 Levêque, Gaston, directeur-gérant des Charbonnages du Nord du Rieu-du-Cœur, à Quaregnon.

291 Lhoest, Edmond, ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages de Bonne-Fin, à Liége.

292 Lhoest, Henri, ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages de La Haye, avenue Albert Mahiels, 6, à Liége.

293 L'homme, Léon, libraire, 3, rue Corneille, à Paris (6e) (France).

294 Liagre, Edouard, ingénieur principal au Corps des mines, 191, boulevard Dolez, à Mons.

295 Liben, Jacques, ingénieur aux Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Eysden-Sainte-Barbe.

296 Libert, Gustave, ingénieur, directeur gérant des Charbonnages de Gosson-Lagasse, à Jemeppe s/Meuse.

297 Libert, Jules, ingénieur aux Charbonnages de Wérister, à Romsée-lez-Liége.

298 Libotte, Edmond, ingénieur en chef-directeur des mines, 15, rue du Ravin, à Charleroi.

299 MM. Liesens, Mathieu, ingénieur, administrateur-gérant de la Société anonyme des Charbonnages de Tamines, à Tamines.

300 Likiardopoulo, Nicolas, ingénieur, 6, rue des Vingt-Deux, à Liége.

301 Lohest, Maximin, ingénieur honoraire des mines, membre de l'Académie royale des Sciences, professeur à l'Université, 46, rue Mont St-Martin, à Liége.

302 Loppens, Georges, ingénieur en chef-directeur du Service technique provincial, 47, rue du Vieux-Mayeur, à Liége.

303 Lowette, Jean, ingénieur au Corps des mines, 65, rue Ernest-Charles, à Marcinelle.

304 Luc, Marcel, ingénieur civil des mines aux Charbonnages d'Orange-Nassau, Emmastraat, à Heerlen.

305 Lucius, M., instituteur, président de la Section géologique, à Luxembourg (gare), (Grand-Duché de Luxembourg).

306 Macquet, Auguste, conseiller référendaire de l'Ecole des mines et Faculté polytechnique du Hainaut, 40, boulevard du Roi Albert, à Mons.

307 Magis, Jean, directeur de carrières, rue du Château, à Seilles.

308 Mahieu, Alfred, directeur des travaux du Charbonnage de Violette, à Jupille.

309 Mamet, Oscar, ingénieur, Mines de Lincheng, chemin de fer de Pékin-Hankow (via Pékin) (Chine).

310 Manfroy, Honoré, ingénieur, avenue du Commerce, 190, à Cuesmes.

311 Marcotty, Désiré, ingénieur, à Montegnée-lez-Liége.

312 Marcotty, Joseph, directeur-gérant de la Société des Engrais concentrés d'Engis, 1, place St-Paul, à Liége.

313 Marin Albert, ingénieur civil des mines, à Montigny-sur-Sambre.

314 Martens, Erasme, administrateur-délégué de la Société générale de sondages et de travaux miniers, 25, rue Simonon, à Liége.

315 MM. MASSART, Georges, directeur des travaux aux Charbonnages du Horloz, 150, rue du Horloz, à Saint-Nicolas lez-Liége.

316 MASSIN, Armand, ingénieur au Corps des mines, 103, rue de Fétinne, à Liége.

317 MASSON, Emile, ingénieur honoraire au Corps des mines, professeur à l'Ecole supérieure des textiles, 21, avenue Peltzer, à Verviers.

318 MASY, Théodore, administrateur-gérant des Charbonnages de Bonne-Espérance, Batterie et Violette, à Liége.

319 MATHIEU, Emile, ingénieur, 31, rue Neuve, à Châtelet.

320 MATHIEU, Emile, colonel du génie commandant le génie de la 4e D. A., Rempart des Béguines, 78, à Anvers.

321 MATHIEU, Fernand, ingénieur à Souvret.

322 MATHIEU, Sylva, ingénieur aux Charbonnages du Nord de Charleroi, à Souvret (Sart-lez-Moulins).

323 MERCIER, Louis, ingénieur, directeur général de la Compagnie des mines de Béthune, à Mazingarbe (Pas-de-Calais) (France).

324 MERVEILLE, Olivier, ingénieur des mines, Rinxent (Pas-de-Calais) (France).

325 MIERMONT, Joseph, ingénieur au Charbonnage de la Basse-Ransy, à Vaux-Sous-Chèvremont.

326 MINETTE D'OULHAYE, Marc, ingénieur des mines, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

327 MITELMANS, Joseph, 38, rue Robertson, à Liége.

328 MOENS, Jean, avocat à Lede.

329 MOLENGRAAF, docteur G. A. F., professeur à la Technische Hoogeschool, Kanaalweg, 8, à Delft (Hollande).

330 MOLINGHEN, Edmond, ingénieur au Corps des mines, rue Ernest-Charles, 68, à Marcinelle.

331 MONET, Alfred, ingénieur aux Charbonnages des Produits de Flénu, à Jemappes.

332 MONSEUR, Ernest, ingénieur en chef des Charbonnages de Trieu-Kaisin, 524, rue de Gilly, à Châtelineau.

333 MM. MORESSÉE, Georges, ingénieur, 64, quai Mativa, à Liége.

334 NAMUR, Henri, ingénieur, directeur des travaux au Charbonnage du Boubier, à Châtelet.

335 LES NATURALISTES BELGES, 525, avenue Louise, à Bruxelles.

336 NEUBERG, Jules, ingénieur-géologue, 41, Grand'rue, à Luxembourg (Grand-Duché).

337 NIZET, Léopold, ingénieur civil des mines, 7, rue de l'Académie, à Liége.

338 OESTREICH, docteur K., professeur à l'Université, à Utrecht, (Hollande).

339 ORBAN, Nicolas, ingénieur principal au Corps des mines, 16, boulevard Emile de Laveleye, à Liége.

340 PANG-HAN-TCHANG, 19, rue de Huy, à Liége.

341 PAQUES, Georges, ingénieur au Corps des mines, 86, rue Neuve, à Montignies-sur-Sambre.

342 PASSAU, Georges, ingénieur des mines, « Minerkat », à Elisabethville (faire suivre), Katanga, via Capetown, (Congo Belge). (Adresse en Belgique : 42, rue d'Edimbourg, Bruxelles).

343 PATÉ, Optat, directeur général du Comité spécial du Katanga, à Elisabethville, Katanga (Congo belge).

344 PETIT, Camille, ingénieur-chef de service aux Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Ste-Aldegonde et Genck, 12, rue de Belle-Vue, à Bruxelles.

345 PEZERAT, A., ingénieur civil des mines, 5, rue Jules Lefèbvre, à Paris.

346 PIETERS, Joseph, 23, rue de la Corderie, à Montigny-sur-Sambre.

347 PILET, Gérard, directeur-gérant des Charbonnages du Horloz, à Tilleur.

348 PIRET, Louis, ingénieur à Thy-le-Château.

349 PIRLOT, Frédéric, ingénieur, directeur-gérant de la Compania Hullera d'Espiel, Mina Canada, Incosa-Linares (Jaen) (Espagne).

350 MM. PLUMIER, Charles, ingénieur honoraire des mines, 56, boulevard de la Senne, à Bruxelles.

351 POHL, Alfred, ingénieur, directeur de la Société anonyme des Produits réfractaires de St-Ghislain, 4, rue de Tournai, à Saint-Ghislain.

352 POSLAVSKY, Elie, élève-ingénieur, 55, quai Mativa, à Liége.

353 PRUVOST, Pierre, maître de conférences à la Faculté des Sciences, rue Brûle-Maison, à Lille (France).

354 QUESTIAUX, Adolphe, directeur des carrières de la Société anonyme de Merbes-le-Château, à Merbes-le-Château.

355 QUESTIENNE, Paul, ingénieur en chef-directeur honoraire du Service technique provincial, 13, rue Sohet, à Liége.

356 QUESTIENNE, Philippe, commissaire-voyer, 99, rue de Fétinne, à Liége.

357 RACHENEUR, Fernand, ingénieur, rue du Grand Quesnoy, 82, à Wasmes.

358 RAFFO, Dario, ingénieur à la Société minière et électrique du Valdarno, S. Giovanni Valdarno (Italie).

359 RAPSAET, Maurice, ingénieur à l'Electricité d'Antoing, à Antoing.

360 RALLI, Georges, ingénieur, directeur de la Société des mines de Balia-Karaïdin, 30, Karakeui-Yéni-Han, à Constantinople (Turquie).

361 RAVEN, Gustave, ingénieur principal au Corps des mines, 101, avenue Milcamps, à Bruxelles.

362 RAYEMAEKERS, Désiré, médecin de régiment au 5me régiment de ligne, 80, boulevard des Martyrs, à Gand.

363 REINHOLD, Th., chef de la Section géologique de l'Etat dans le Limbourg méridional, à Heerlen (Limbourg hollandais).

364 REINTJENS, Elomire, ingénieur des mines du Comité spécial du Katanga, à Elisabethville (Katanga), par Capetown (Congo Belge).

365 RENAULT, Emile, ingénieur de la Société métallurgique de Prayon, à Prayon-Trooz.

366 MM. Renier, Armand, ingénieur principal au Corps des mines, chef du Service géologique, 97, avenue de l'Armée, à Bruxelles.

367 Repstock, René, ingénieur aux Charbonnages du Nord de Charleroi, à Souvret.

368 Richet, Emile, ingénieur des mines à l'Union minière du Haut-Katanga, par Elisabethville (Katanga), via Capetown. (Cotisations chez Mme Richet, à Thieusies (Hainaut).

369 Richir, Camille, ingénieur, directeur technique des Charbonnages de Ressaix, Leval, Péronnes, Sainte-Aldegonde et Genck, à Ressaix-lez-Binche (Hainaut).

370 Richoux, Eugène, ingénieur, 5, avenue de l'Hippodrome, à Bruxelles.

371 Rigo, Georges, ingénieur aux Charbonnages du Hasard, 23, rue de l'Eglise, à Fléron.

372 Robert, Léon, ingénieur en chef des Charbonnages du Poirier, 8, boulevard Defontaine, à Charleroi.

373 Robert, Maurice, ingénieur-géologue, chef du Service géographique et géologique du Katanga, 5, rue aux Laines, à Bruxelles.

374 Rodenburg, F., ingénieur-électricien et ingénieur-mécanicien, directeur de la Société anonyme d'Entreprises de Forages « Vulkaan », Ernst Casimir laan, 8, à Arnhem (Hollande).

375 Roisin, Louis, directeur-gérant des Charbonnages de Sacré-Madame, à Dampremy.

376 Roncart, Robert-P.-J., professeur agrégé de l'enseignement moyen, chez Blaise, rue Jos. Steinbach, à Malmedy.

377 Rongy, Guillaume, ingénieur, capitaine, 44, Lõhergraben, Aix-la-Chapelle.

378 Saint-Paul de Sinçay, Gaston, ingénieur, administrateur-directeur général de la Société de la Vieille Montagne, à Angleur.

379 Salée, abbé Achille, docteur en Sciences naturelles, professeur à l'Université de Louvain, 38, rue de Bériot, à Louvain.

380 MM. Schlugleit, Herman, ingénieur civil des mines, avenue du Longchamp, 12, à Bruxelles.

381 Schmidt, Frédéric, ingénieur civil des mines, 125, rue de Rome, à Paris (XVIIe) (France).

382 *Schmitz, le R. P. Gaspar, S. J., professeur de géologie, directeur du Cabinet de géologie du Collège philosophique, 11, rue des Récollets, à Louvain.

383 Schoemans, Emile, ingénieur, rue des Guillemins, à Liége.

384 Schoep, Alfred, D^r Sc., chargé de cours à l'Université de Gand, 101, Vieux Chemin de Bruxelles, à Gentbrugge lez-Gand.

385 Schoofs, François, docteur en médecine, 41, rue Louvrex, à Liége.

386 Sepulchre, Michel, ingénieur, directeur des travaux aux Charbonnages de la Concorde, 211, rue de Hollogne, à Jemeppe-sur-Meuse.

387 Sepulchre, Victor, ingénieur, consul honoraire de Belgique, 63, rue de Varenne, à Paris (VIIe) (France).

388 Servaes, Joseph, directeur des travaux du Charbonnage de la Batterie, 55, rue Haut-des-Tawes, à Liége.

389 Servais, Ernest, directeur gérant de la Société Anonyme de Sambre-et-Moselle, à Montignies-sur-Sambre.

390 Shaler, Millard, K., géologue, 1020, Pacific Street, Portland Orégon (Etats-Unis). (Adresse en Belgique : 66, rue des Colonies, à Bruxelles.)

391 Sluys, Maurice, ingénieur, 34, rue Bériot, à Bruxelles.

392 Smits, Dr J.-M.-A., géologue de la Bataafsche Petroleum Maatschappij, à Weltevreden (Indes Néerlandaises).

393 Société anonyme des Charbonnages de Belle-Vue et Bien-Venue, à Herstal.

394 Société anonyme « La Romanilla », 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

395 Société anonyme « Geonaphte », 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles.

396 Société anonyme des Charbonnages, Hauts Fourneaux et Usines de Strépy-Bracquegnies (directeur-gérant M. Génart), à Strépy-Bracquegnies.

397 Société commerciale et minière du Congo (Directeur M. J. Lefèbvre), rue du Commerce, à Bruxelles.

398 Société des Naturalistes Hutois, à Huy.

399 Société Internationale Forestière et Minière du Congo, 66, rue des Colonies, à Bruxelles.

400 MM. * Solvay et Cie, industriels, 19, rue du Prince Albert, à Bruxelles.

401 Souka, Robert, ingénieur civil des mines, ingénieur-géologue, avenue de Bertaimont, 83, à Mons.

402 Spineux, Désiré, directeur-gérant de la Société anonyme des Charbonnages des Kessales, à Jemeppe-sur-Meuse.

403 Stainier, Xavier, professeur de géologie à l'Université, 7, boulevard des Hospices, à Gand.

404 Stein, Edgard, directeur-gérant de la Société anonyme des Charbonnages de Monceau-Fontaine, à Monceau-sur-Sambre.

405 Stenuit, Alfred, ingénieur principal au Corps des mines, à Jambes (Namur).

406 Stévart, Paul, ingénieur principal au Corps des mines, 73, rue Paradis, à Liége.

407 Stevens, le major Charles, ingénieur géologue, attaché à l'Institut cartographique militaire, chargé de cours à l'Ecole militaire, 33, rue Philippe Baucq, à Etterbeek lez-Bruxelles.

408 Stiels, Arnold, place St-Michel, 4, à Liége.

409 Studt, Franz E., géologue, c/o Robt Williams & Co, Elisabethville (Congo belge), via Livingstone-South Africa.

410 Tchou Woa Cheou, ingénieur des mines, Sé Tchouan, Tze Chow (Chine).

411 Tetiaeff, Michel, ingénieur des mines, ingénieur-géologue, Comité géologique, à Saint-Pétersbourg (Russie).

412 MM. Théate, Ernest, ingénieur, 5, rue Trappé, à Liége.

413 Thiriart, Léon, ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages de Patience et Beaujonc, 7, rue de Campine, à Liége.

414 Thonnart, Paul, ingénieur au Corps des mines, 279, rue Fond-Pirette, à Liége.

415 Thoreau, Jacques, professeur à l'Université, 108, rue Marie-Thérèse, à Louvain.

416 Tibaux, Gérard, directeur des travaux des Charbonnages de Bonne-Espérance, Batterie et Violette, 35, rue des Armuriers, à Liége.

417 Tillemans, Henri, ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages du Gouffre, 68, rue Wilmart, à Châtelineau.

418 Timmerhans, Charles, directeur des mines et usines de la Vieille-Montagne, à Calamine, par Moresnet.

419 Tinant, Jules, Msipashi-Kundelungu, Comité spécial du Katanga, Elisabethville, Katanga, via Capetown (Congo Belge).

420 Turlot, Albert, agent général des Charbonnages du Nord de Charleroi, à Roux lez-Charleroi.

421 Ubaghs, Edmond, ingénieur aux Charbonnages de la Haye, 303, rue Saint-Gilles, à Liége.

422 Ungemach, H., ingénieur des mines, 9, rue du Val-de-Grâce, Paris (V^e) (France).

423 Union Minière du Haut-Katanga (Direct^r M. Sengier), 3, rue de la Chancellerie, à Bruxelles.

424 l'Université de Bruxelles (Laboratoire de Géologie), 14, rue des Sols, à Bruxelles.

425 Van der Rest, Gustave, propriétaire, 49, rue Crespel, à Bruxelles.

426 Van der Rest, Paul, ingénieur, 49, rue Crespel, à Bruxelles.

427 Van de Wiele, Camille, docteur en médecine, 27, boulevard Militaire, à Bruxelles.

428 Van Groenendael, Henri, industriel et membre de la Chambre des députés en Hollande, à Sittard (Limbourg hollandais).

429 MM. Van Hende, Polydore, chef de secteur à la Société commerciale et minière du Congo, à Dungu (Uelé, Congo belge).

430 Van Herckenrode, Edgard, ingénieur au Corps des mines, 16, rue Guimard, à Bruxelles.

431 Van Hoegaerden, Jacques, directeur général de la Société d'Ougrée-Marihaye, à Ougrée.

432 van Hoegaerden, Paul, avocat, ministre d'Etat, 5, boulevard d'Avroy, à Liége.

433 Van Meurs, Léon, ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, ingénieur en chef des travaux de la ville de Mons, 2, rue des Tuileries, à Mons.

434 Van Peborgh, Jean, étudiant, rue de l'Aqueduc, 156, à Bruxelles.

435 Van Straelen, Victor, assistant à l'Université libre de Bruxelles, 14, rue des Sols, à Bruxelles.

436 Van Wetter, L., ingénieur à l'Administration des Ponts et Chaussées, avenue Rogier, 30, à Liége.

437 Van Zuylen, Gustave, ingénieur et industriel, quai Van Beneden, à Liége.

438 Vasseur, Pierre, ingénieur directeur de la Société Industrielle de Verrerie, à Auberchicourt, France (Nord).

439 Velge, Gustave, ingénieur civil, conseiller provincial et bourgmestre, à Lennick-St-Quentin.

440 Vercken, Raoul, ingénieur en chef des Charbonnages de Prokhorow, à Moutchketovo (Donetz), Russie.

441 Verlinden, Carlos, ingénieur à la Compagnie d'Electricité de Seraing et Extensions, 6, avenue des Ormes, à Cointe, Sclessin-Ougrée.

442 Viatour, Henri, ingénieur principal au Corps des mines, 71, rue du Beau-Mur, à Liége.

443 Villain, François, ingénieur des mines, 10, rue Auber, à Paris (IXe) (France).

444 Vincent, Léon, ingénieur, place du Ballon, à Jumet.

445 Vrancken, Joseph, ingénieur en chef-directeur des mines, 12, avenue de Géronhaies, à Marcinelle (Villette).

446 VRANCKEN, Max, ingénieur, Chaussée des Forges, à Huy.

447 WENTSEING LIOU, ingénieur des mines, Université de Chengtu Sze Scheunk (Chine).

448 WÉRY, Emile, ingénieur des mines et électricien, directeur-gérant des Charbonnages d'Abhooz et de Bonne-Foi-Hareng, rue du Crucifix, à Herstal.

449 WOOT DE TRIXHE, Joseph, propriétaire à Couthuin.

450 XHIGNESSE, Armand, ingénieur des mines, à Albertville, Tanganyika-Katanga (Congo belge).

451 ZOUDE, Paul, ingénieur civil des mines, 109, boulevard Brand-Witlock, à Bruxelles.

Membres honoraires

(*30 au plus*)

1 MM. BARROIS, Charles, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences, 37, rue Pascal à Lille (Nord) (France).

2 BOULE, Marcellin, professeur de paléontologie au Museum national d'histoire naturelle, 3, place Valhubert, à Paris (France).

3 CAPELLINI, Giovanni, commandeur, recteur de l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).

4 CARRUTHERS, William, paléontologiste au *British Museum*, à Londres (Angleterre).

5 CARTAILHAC, Emile, professeur à la Faculté des lettres, correspondant de l'Institut, 6, rue de la Chaîne, à Toulouse.

6 CAYEUX, Lucien, professeur de géologie au Collège de France, 6, place Denfer-Rochereau, à Paris.

7 COSSMANN, Maurice, ingénieur en chef au Chemin de fer du Nord, 110, Faubourg Poissonnière, à Paris (France).

8 DAWKINS, W.-Boyd, F. R. S., professeur honoraire à l'Université de Manchester (Angleterre). Fallowfield House, à Fallowfield-Manchester (Angleterre).

9 MM. DE KARPINSKI, Alexandre, Excellence, directeur du Comité géologique russe à l'Institut des mines, à Saint-Pétersbourg (Russie).

10 DE LAUNAY, Louis, ingénieur en chef au Corps des mines, professeur à l'Ecole des mines, 55, rue de Babylone, Paris (VIIe) (France).

11 DOLLFUS, Gustave, géologue attaché au Service de la carte géologique détaillée de la France, 45, rue de Chabrol, Paris (France).

12 DOUVILLÉ, Henri, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur à l'École des mines, 207, boulevard Saint-Germain, à Paris (France).

13 FRIEDEL, Georges, professeur de minéralogie à l'Université de Strasbourg (Alsace), France.

14 GILBERT, G. K., au *Geological Survey* des Etats-Unis, à Washington (Etats-Unis).

15 HEIM, Dr Albert, professeur de géologie à l'Ecole polytechnique fédérale et à l'Université, président de la Commission géologique suisse, à Zurich (Suisse).

16 HOOVER, Herbert Clarke, docteur en sciences, à Palo Alto (Californie), Etats-Unis d'Amérique.

17 KIDSTON, Robert, L. L. D., F R. S., 12, Clarendon Place, à Stirling (Ecosse).

18 LACROIX, Alfred, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur au Museum national d'histoire naturelle, 23, rue Humboldt, à Paris (XIV), France.

19 MATTHEW, Georges-F., inspecteur des douanes, à S^n^-John (Nouveau-Brunswick), Canada.

20 MATTIROLO, Ettore, ingénieur, directeur honoraire du laboratoire chimique de l'Office R. des mines, via Carlo Alberto, 45, à Turin (Italie).

21 MRAZEC, Louis, professeur à l'Université, directeur de l'Institut géologique à Bucharest.

22 PORTIS, Alexandre, professeur, directeur du Musée géologique de l'Université, à Rome (Italie).

23 MM. Taramelli, Torquato, commandeur, recteur de l'Université, à Pavie (Italie).

24 Termier, Pierre, ingénieur en chef au Corps des mines, professeur de minéralogie à l'Ecole des mines, directeur du Service de la carte géologique de France, 164, rue de Vaugirard, Paris, (XVe).

25 Tuccimei, Giuseppe, professeur à Rome (Italie).

26 Woodward, Dr Henri, esq., F. R. S., F. G. S., Editor of the *Geological Magazine*, 13, Arundel Gardens. Notting Hill (W. London) Angleterre.

27 Worthen, A.-H., directeur du *Geological Survey* de l'Illinois, à Springfield (Etats-Unis).

Membres correspondants

(*60 au plus*)

1 MM. Bertrand, Léon, professeur à l'Université de Paris, à Paris.

2 Bonney, le révérend Thomas-Georges, F. R. S., F. G. S., professeur à l'University College, 9, Scroope Terrace, à Cambridge (Angleterre).

3 Brooks, A.-H., géologue du Service des Etats-Unis, 3100, Newark Street, à Washington. (U. S. A.).

4 David, T. W. Edgeworth, professeur de géologie à l'Université de Sydney (Australie).

5 de Cortazar, Daniel, ingénieur, membre de la Commission de la carte géologique d'Espagne, 16, Velasquez, à Madrid (Espagne).

6 de Margerie, Emmanuel, directeur du Service géologique d'Alsace et de Lorraine, à Strasbourg (110, rue du Bac, à Paris, VIIe).

7 de Mœller, Valérian, membre du Conseil du ministre des domaines, Ile de Balise, 2e ligne, à l'angle de la Grande-Prospect, à Saint-Pétersbourg (Russie).

8 MM. Deperet, Charles, professeur de géologie à l'Université de Lyon, à Lyon (Rhône), France.

9 Favre, Ernest, 6, rue des Granges, à Genève (Suisse).

10 Gentil, Louis, professeur à la Sorbonne, à Paris.

11 Haug, Emile, professeur de géologie à l'Université de Paris, à Paris.

12 Hind. Dr Weelton, Roxeth House, Stoke-on-Trent (Angleterre).

13 Kilian, Wilfried, professeur de géologie à l'Université de Grenoble (Isère), France.

14 Lorié, J., docteur en sciences, privat-docent à l'Université, 18, Oud Kerkhof à Utrecht, (Hollande).

15 Lugeon, Maurice, professeur à l'Université, 23, avenue Secrétan, à Lausanne, (Suisse).

16 Mallada, Lucas, ingénieur des mines, 25, Isabel la Catolica, à Madrid, (Espagne).

17 Smith-Woodward, Arthur, curator au British Museum, secrétaire-général de la Geological Society, à Londres.

18 Teall. J. J. A., directeur honoraire de Geological Survey of Great Britain, Jermyn Street, à Londres.

19 Wallerant, professeur de minéralogie à la Sorbonne, à Paris.

Tableau indicatif des Présidents de la Société

DEPUIS SA FONDATION

1874	MM. L.-G. De Koninck †.
1874-1875	A. Briart †.
1875-1876	Ch. de la Vallée Poussin †.
1876-1877	J. van Scherpenzeel Thim †.
1877-1878	F.-L. Cornet †.
1878-1879	J. van Scherpenzeel Thim †.
1879-1880	A. Briart †.
1880-1881	Ad. de Vaux †.
1881-1882	R. Malherbe †.
1882-1883	Ad. Firket †.
1883-1884	P. Cogels †.
1884-1885	W. Spring †.
1885-1886	E. Delvaux †.
1886-1887	A. Briart †.
1887-1888	C. Malaise †.
1888-1889	O. van Ertborn †.
1889-1890	M. Lohest.
1890-1891	G. Cesàro.
1891-1892	Ad. Firket †.
1892-1893	Ch. de la Vallée Poussin †.
1893-1894	H. de Dorlodot.
1894-1895	M. Mourlon †.
1895-1896	MM. A. Briart †.
1896-1897	G. Cesàro.
1897-1898	A. Briart †, puis Ch. de la Vallée-Poussin †.
1898-1899	G. Soreil †.
1899-1900	J. Cornet.
1900-1901	A. Habets †.
1901-1902	M. Mourlon †.
1902-1903	Ad. Firket †.
1903-1904	M. Lohest.
1904-1905	J. Smeysters †.
1905-1906	A. Habets †.
1906-1907	J. Libert †.
1907-1908	M. Lohest.
1908-1909	J. Fraipont †.
1909-1910	G. Cesàro.
1910-1911	C. Malaise †.
1911-1912	J. Libert †.
1912-1913	M. Lohest puis C. Malaise †.
1913-1914	G. Cesàro.
1918-1919	M. Lohest.
1919-1920	H. Buttgenbach.

Secrétaires généraux

1874-1898	MM. G. Dewalque †.
1898-1907	H. Forir †.
1907-1908	P. Questienne.

Composition du Conseil

POUR L'ANNÉE 1920-1921.

Président :	MM. J. CORNET.
Vice-présidents :	H. BUTTGENBACH.
	R. D'ANDRIMONT.
	M. LOHEST.
	L. MERCIER.
Secrétaire général :	P. FOURMARIER.
Secrétaire-bibliothécaire :	Ch. FRAIPONT.
Trésorier :	G. TIBAUX.
Membres :	J. ANTEN.
	R. ANTHOINE.
	G. CESÀRO.
	H. DE DORLODOT.
	L. DENOËL.
	H. DE RAUW.
	A. GILKINET
	M. HABETS.
	O. LEDOUBLE.
	X. STAINIER.
	J. VRANCKEN.

BULLETIN



Assemblée générale du 17 octobre 1920

Présidence de M. Ledouble, *vice-président.*

La séance est ouverte à 10 heures.

Le président, M. Buttgenbach, obligé de partir à l'Etranger, s'excuse de ne pouvoir assister à l'Assemblée générale.

Rapport du Secrétaire général

Le **Secrétaire général** donne lecture du rapport ci-après :

Messieurs, chers Confrères,

Lorsque la guerre fut finie, l'avenir semblait s'ouvrir magnifique devant nous ; après une longue période d'inactivité, nous nous sentions pleins d'ardeur pour la reprise de nos travaux ; nous avions accumulé tant de documents, de pensées, de réflexions, et nous avions le ferme espoir de les livrer à la publicité au jour que nous escomptions très proche, où les conditions de la vie se rapprocheraient de celles d'avant-guerre.

Nos espoirs ont été déçus ; le prix de toutes choses n'a fait que croître et la vie des sociétés scientifiques est sérieusement menacée. Ne nous a-t-on pas dit que dans certains pays, plusieurs d'entre elles avaient suspendu le service de leurs publications ?

Et cependant, Messieurs, malgré cette hausse constante de tout, je m'obstine à voir l'avenir avec confiance. C'est que l'union s'est faite plus intime entre l'Industrie et la Science ; les ingénieurs ont compris que les recherches de science pure renferment souvent le germe de créations profitables et nous-mêmes nous avons accueilli avec faveur les travaux d'un intérêt plus immédiat pour les industriels.

Nous avons créé une catégorie de membres protecteurs et nous

avons vu de nombreuses sociétés s'inscrire parmi eux ; le nombre de membres effectifs s'est également augmenté et c'est ainsi que nous commençons notre nouvel exercice avec 51 membres protecteurs, 445 membres effectifs, 29 membres honoraires et 21 membres correspondants.

Nos séances mensuelles à Liége et à Mons, nos réunions bimensuelles à Charleroi, continuent à être bien suivies et c'est, je crois, le meilleur indice de l'intérêt que l'on porte à nos travaux. Notre session extraordinaire s'est tenue sur les hauts plateaux de l'Ardenne, dans le territoire réuni à la Belgique par le traité de Versailles ; bien que la question mise à l'ordre du jour de cette session extraordinaire sortit quelque peu de nos préoccupations habituelles, nombreux furent les excursionnistes que le mauvais temps n'effraya pas et qui suivirent dans fagnes et tourbières notre éminent collègue, M. le professeur Léon Fredericq, qui avait accepté de nous servir de guide.

Je vais passer en revue les travaux présentés au cours de nos séances et chercherai à mettre en lumière les progrès qu'ils ont fait faire à nos connaissances.

La plupart des notes et mémoires ont porté comme de coutume sur la géologie de la Belgique ; je les examinerai en premier lieu.

Sur le **Cambrien**, je mentionnerai un premier travail de M. J. Anten : *Sur la réalité de l'existence de deux niveaux d'ardoise dans le Salmien supérieur à Vielsalm* ; l'auteur démontre que le Salmien supérieur de Vielsalm renferme, outre le banc de phyllade exploité, une seconde couche identique, comme aspect et comme valeur industrielle, à la première, dont elle est séparée par environ 70 mètres de quartzophyllades. C'est là une découverte de première importance pour les industriels de la région ; elle est la conséquence des patientes recherches de notre confrère.

Poursuivant ses études sur le Cambrien du massif de Stavelot, M. Anten nous a remis une seconde note *Sur le Salmien de la vallée de la Lienne*, dans laquelle il décrit la coupe de la Lienne inférieure. Il existe ici, au sommet du Salmien supérieur, un niveau de quartzophyllades rouges ; l'auteur l'assimile aux quartzophyllades verts qui, sur la Salm, forment également le sommet du Salmien supérieur ; il en résulte que les couches à

coticule et les phyllades ottrélitifères de la Salm sont l'équivalent des phyllades rouges manganésifères de la Lienne.

Dans le **Silurien** du massif du Brabant, sont intercalées des roches éruptives ; les unes sont massives, d'autres interstratifiées ; ces dernières peuvent être regardées comme des coulées de lave ou des cendres rejetées par des volcans. Les roches de ce type sont interstratifiées ; elles doivent donc suivre l'allure du plissement ; c'est ce que j'ai essayé de montrer pour la roche éruptive de Pitet (Méhaigne), rectifiant ainsi les tracés de la carte géologique.

Pour ce qui concerne le **Dévonien**, M. Cambier a signalé la présence d'un sol de végétation dans l'ahrien entre Bouffioulx et Acoz.

A la suite des observations faites au cours de l'excursion de la *Société géologique* à Horion-Hozémont en septembre 1919, j'ai examiné à nouveau la question des relations entre le calcaire carbonifère et le frasnien dans cette partie du synclinal de Namur et j'ai cherché à expliquer de quelle manière a pu se produire ce contact anormal. Il ne faut pas voir là un exemple de sédimentation continue depuis la base du dévonien supérieur jusqu'au sommet du calcaire carbonifère, mais bien une sédimentation interrompue par des mouvements complexes du sol de la région.

Certes, nous n'ignorons pas que des mouvements du sol se sont produits en Belgique au cours de la période primaire et nous expliquons de cette manière la superposition de masses minérales de nature lithologique différente ; mais il reste à montrer la complexité de ces mouvements, qui peuvent avoir eu pour résultat l'érosion d'une série de couches au cours même de la période dévono-carbonifère, de manière à donner une superposition anormale telle que celle du viséen sur le frasnien.

C'est à des phénomènes de ce genre que nous devons attribuer la discordance de stratification du houiller sur le calcaire carbonifère ; cette hypothèse, émise il y a de nombreuses années déjà par M. le professeur Max Lohest, a été coup sur coup confirmée d'une manière éclatante par le sondage de Chertal et par les observations dans les carrières de Visé et la tranchée de Berneau ;

elle permet d'expliquer la réduction de puissance vraiment excessive du calcaire carbonifère à Horion-Hozémont, qui se montre ainsi comme l'un des points les plus intéressants pour l'étude des mouvements du sol en Belgique au cours de l'ère primaire.

L'étude du **terrain houiller** a fait l'objet d'un grand nombre de travaux présentés à nos séances ; les uns portent spécialement sur les dislocations que ce terrain a subies ; il en sera question au chapitre de la tectonique ; d'autres portent sur sa stratigraphie.

M. Humblet nous a remis une très importante *Contribution à l'étude des caractères stratigraphiques des bassins houillers de Liége et des plateaux de Herve*, dans laquelle il compare la zone du houiller exploitée dans les charbonnages de la rive droite de la Meuse, à Seraing, à la zone correspondante exploitée dans les charbonnages de l'Ouest des plateaux de Herve. L'auteur constate une similitude si grande entre les deux séries, qu'il ne peut pas s'empêcher de se rallier à l'opinion émise déjà en 1912 par M. N. Dessard et que je reproduis ici : « L'identité entre les deux séries est telle que j'en viens à croire que l'accident tectonique séparant ces deux bassins, ne peut, aux environs de la Chartreuse, être un charriage de grande importance. Le faciès de la série sur les deux lèvres de la faille ne présente pas de variations suffisantes. »

A la suite de la conférence que nous fit M. Humblet en nous présentant son travail, je crus devoir faire observer que cette ressemblance si frappante n'est pas un argument démonstratif à lui seul et qu'il y a d'autres caractères dont il convient de tenir compte. Je reviendrai sur ce sujet lorsque j'analyserai les travaux consacrés à la tectonique.

M. Jean de Dorlodot a signalé la présence d'un lit de calcaire à crinoïdes, situé à une vingtaine de mètres sous la veine Léopold au charbonnage d'Ormont.

M. Firket a exposé une méthode nouvelle pour la détermination de la teneur en matières volatiles des charbons et en a fait une application intéressante au bassin campinois en vue de son étude stratigraphique ; il a pu rectifier ainsi certaines erreurs de synonymie. Il a montré que la teneur en matières volatiles des couches

augmente dans le Limbourg de l'Est à l'Ouest, jusqu'au voisinage de la province d'Anvers.

Enfin, M. Max Lohest, se basant sur les données fournies par M. Sauvestre, administrateur-directeur des charbonnages de Beeringen, a décrit les particularités que présente *la recoupe du terrain houiller au puits n° 1 des charbonnages de Beeringen* ; la direction des couches houillères est perpendiculaire à celle relevée pour le toit du primaire ; cette disposition avait déjà été indiquée par les sondages préliminaires.

Avant d'aller plus loin dans la revue des travaux sur la stratigraphie des terrains belges, je m'arrêterai aux études relatives à la **Tectonique de la Belgique** ; ils portent tous sur les formations de la période primaire et s'appuyent sur les recherches des stratigraphes.

Ces travaux de tectonique ont été particulièrement importants cette année ; ils sont la suite naturelle de ceux que nous avons publiés les années précédentes. On pourrait s'étonner que depuis quelque temps, cette partie de la science géologique a pris la prépondérance sur les autres ; il n'y a là rien que de très naturel. Les premières observations des géologues ont porté principalement sur la nature des constituants de l'écorce terrestre et sur leur succession normale. Les plis et les failles ont certes frappé dès le début les premiers observateurs ; mais la recherche de leur origine ne pouvait atteindre quelque précision dans nos régions, tant que l'on se bornait aux observations de surface ; il a fallu les sondages profonds et surtout le développement des exploitations minières pour que l'on se rendit compte des différences entre l'allure superficielle d'un gisement et son allure en profondeur, pour que l'on connut la manière dont se comportent les failles sous la surface du sol, et pour que l'on put classer ainsi ces accidents avec une plus grande exactitude. Actuellement, nous sommes en possession d'un grand nombre de données ; nous devons chercher à les coordonner et à en tirer des conclusions pratiques, voire même à déterminer la constitution probable des gisements que nous n'avons fait que toucher ou dont l'existence est seulement soupçonnée ; tel est le programme de nos études de tectonique ; programme combien vaste, car une fois que nous sortons du domaine de la constatation

des faits, les interprétations les plus diverses peuvent se faire jour.

D'après ce que je viens de dire, il est facile de concevoir que les principaux travaux de tectonique portent sur la structure du terrain houiller de Sambre-Meuse, exploité dans de nombreux charbonnages, où les plis et les failles acquièrent parfois une ampleur insoupçonnée autrefois ; et toutes ces recherches gravitent autour du phénomène principal qui est la cause de tous les autres, à savoir le charriage qui limite au Sud le synclinal de Namur.

Pour suivre l'ordre où ces travaux ont été présentés, je citerai tout d'abord ma note intitulée *A propos de la Faille des Aguesses.* Les interprétations les plus diverses ont été données au sujet du rejet réel produit par cette fracture séparant le groupe des charbonnages de Seraing-Herstal du groupe des plateaux de Herve. J'ai cherché à montrer que par sa continuité, certaines de ses particularités, la variabilité de l'ampleur et du sens de son rejet apparent, cette faille n'est pas d'ordre secondaire au même titre que les cassures dues à la simple accentuation d'un pli, mais qu'elle est intimement liée à la production du grand charriage suivant la faille eifelienne.

Je sais qu'on objectera à cette manière de voir — et M. Humblet l'a fait implicitement dans son travail sur la stratigraphie comparée de Seraing et de la région ouest des plateaux de Herve — que la composition du houiller est si semblable de part et d'autre de la faille que celle-ci doit n'avoir produit qu'un rejet insignifiant. A mon avis, cette objection n'a qu'une valeur secondaire, car si l'on faisait reculer vers le Sud la région de Wérister, même d'une dizaine de kilomètres, sa distance à Seraing ne serait pas augmentée dans des proportions telles que l'on dut nécessairement y trouver des faciès différents. M. Humblet fait observer, d'ailleurs, que la série de Seraing ressemble bien plus à celle des plateaux de Herve qu'à celle de Herstal. Si l'on veut se rendre compte de l'importance du rejet produit par une faille, il faut nécessairement comparer deux points situés de part et d'autre de la cassure et aussi proches que possible l'un de l'autre ; la comparaison entre Herve et Herstal est plutôt favorable à l'hypothèse du charriage.

Lorsqu'on étudie en détail le terrain houiller de Liége, on observe des variations dans la composition des couches et des

stampes et l'on peut tracer des zones suivant lesquelles une même couche ou un même faisceau garde des caractères assez constants, tandis que dans une direction perpendiculaire, les caractères varient assez rapidement. L'analogie constatée entre Seraing et Wérister indique que primitivement ces deux points du bassin se trouvaient disposés suivant l'une de ces zones. Or, celles-ci ne sont pas nécessairement parallèles à la direction du plissement ; là où les dislocations n'ont pas modifié trop profondément l'horizontalité primitive du dépôt, elles sont même parfois très nettement obliques à la direction générale; si deux points du bassin situés sur une ligne parallèle à son axe, présentent une même composition, ne peut-on pas soutenir qu'ils ont dû se déplacer beaucoup l'un par rapport à l'autre pour occuper leurs positions respectives actuelles ?

Niera-t-on l'importance du rejet dû à la faille eifelienne parce que le dévonien supérieur et le calcaire carbonifère des environs de Chaudfontaine présentent une très grande ressemblance avec ces mêmes terrains pris dans le lambeau de Streupas ou aux environs d'Engis ?

Je m'excuse d'insister aussi longuement sur cette question ; mais j'estime qu'elle est primordiale dans l'étude des grands charriages qui ont affecté notre série paléozoïque.

Mon étude sur la faille des Aguesses m'a conduit aussi à rechercher la manière dont il faut raccorder les failles connues en territoire belge avec celles de la région d'Aix-la-Chapelle et à discuter la valeur du rejet de la faille d'Oneux. Il résulte de ces considérations que le charriage de la région méridionale sur la zone houillère nous apparaît comme ayant une ampleur bien plus grande que je n'avais osé le soupçonner jusqu'ici.

La concession du Bois-d'Avroy s'étend au Midi du passage superficiel de la faille eifelienne ; des recherches ont été entreprises dans la région où le terrain houiller s'enfonce sous le massif charrié ; notre confrère, M. Bogaert, qui dirige avec tant de compétence la Société du charbonnage du Bois-d'Avroy, nous a exposé l'historique et les résultats de ces travaux ; j'émets le vœu qu'il voudra bien nous remettre sans tarder le manuscrit de son travail ; les ingénieurs qui exploitent le bassin de Liége y trouveront des renseignements précieux sur la stratigraphie et la tectonique du terrain houiller.

Avant de quitter le bassin de Liége, je rappellerai que j'ai signalé un point de passage de la faille eifelienne à Seraing.

Le Hainaut, où la campagne de recherches au Sud de la faille du Midi est à peine terminée, a donné lieu à plusieurs travaux de tectonique.

J'ai présenté des *observations sur le prolongement des failles du bassin du Hainaut sous le massif charrié du Midi.* Il est parfois bien difficile de raccorder les failles reconnues dans deux concessions voisines, voire dans deux parties d'une même concession, où cependant les travaux miniers sont largement développés ; il est donc inutile d'insister sur la complexité du problème lorsqu'on se trouve en présence d'une région extrêmement faillée reconnue seulement par sondages, comme c'est le cas pour la partie du bassin du Hainaut recouverte par le dévonien inférieur du grand massif charrié. Les raccordements établis jusqu'à ce jour ne m'ont pas paru satisfaisants ; j'ai donné une autre interprétation appuyée sur les grands traits de la tectonique de la région ; peut-être aura-t-elle le même sort que ses devancières ; les exploitations souterraines qui se feront forcément dans l'avenir montreront sans doute que le problème est encore beaucoup plus complexe que nous ne pouvons le supposer.

En présence des connaissances nouvelles que nous apportent sur la tectonique profonde, les exploitations minières et les grands sondages, une étude attentive des failles reconnues dans les travaux des charbonnages est devenue de toute nécessité. Nous devons à M. R. Cambier des recherches précises sur les failles du bassin houiller belge dans la région de Charleroi ; l'auteur ne nous a remis jusqu'à présent que la première partie de son travail, dans laquelle il décrit la faille du Centre et ses dérivées ; travail essentiellement descriptif, le mémoire de M. Cambier apporte des documents précieux pour la connaissance des grandes failles du bassin du Hainaut.

J'avais cru pouvoir distinguer dans le Hainaut, comme dans le bassin de Liége, deux types principaux de failles de refoulement ; les unes, les plus anciennes, provenant de l'accentuation d'un pli en S ; les autres, en relation directe avec le grand charriage méridional, et passant indifféremment à travers les plis secondaires du houiller ; la faille du Centre d'une part, la faille du Carabinier d'autre part, prises toutes deux dans la région de

Mariemont et Bois-du-Luc, m'avaient paru être des exemples caractéristiques de ces deux types de fractures. M. Cambier signale un aplatissement très fort de la faille du Centre en profondeur ; elle n'apparaît plus dans certaines de ses coupes comme dérivant de la simple accentuation d'un pli en S ; elle *paraît* couper les deux flancs des plis secondaires et l'auteur croit pouvoir admettre qu'elle s'infléchit vers le Sud-Est pour traverser tout le bassin et venir se raccorder aux failles les plus caractéristiques des lambeaux de poussée du Sud du bassin.

Je dois avouer que les données de l'auteur, tout en ébranlant mes convictions, ne me paraissent pas encore assez démonstratives. Ses coupes peuvent s'expliquer soit par un plissement de la faille, comme on en connaît des exemples si caractéristiques dans le bassin de Liége, soit par la combinaison de deux fractures d'âge différent. M. Renier, chargé de faire un rapport sur le mémoire de M. Cambier, déclare : « Voilà donc encore une des grandes failles de l'Ardenne qui ne peut plus être considérée comme un pli-faille », et il prend à témoin M. Lugeon qui a fait semblable constatation dans les Alpes ; je crains que l'honorable rapporteur n'ait été un peu loin ; l'étude du terrain houiller, et celle des plis du Condroz, montre au contraire que de grandes failles sont des plis accentués ; mais l'explication des grands charriages et des failles qui en dépendent directement, par la simple accentuation d'un pli en S, est évidemment trop simpliste ; les recherches sur la faille du Midi le montrent à suffisance ; il convient de faire une distinction entre les failles produites dans la première phase du plissement et les charriages proprement dits qui marquent, à mon avis, la fin du phénomène. Je n'ai en vue que la Belgique et ne prétends point étendre ces conclusions à toutes les zones disloquées de la surface du globe.

La faille du Midi se prolonge très vraisemblablement vers l'Est par la faille de Maulenne, dont le passage est jalonné à l'Est de Malonne par une série de lambeaux de poussée ; des travaux d'ordre militaire exécutés pendant la guerre ont permis à M. Bellière de compléter nos connaissances sur la structure de cette région et d'en montrer la complexité très grande.

Outre les failles de refoulement, le bassin houiller de Liége est découpé par des cassures d'un autre type, telle que la faille de St-Gilles dont le mode de production n'est pas encore bien élucidé ;

j'ai eu l'occasion de relever aux environs immédiats de Liége une coupe à l'endroit du passage de cette faille ; j'en ai donné la description à titre documentaire.

Enfin, en étudiant la géologie des environs de Horion-Hozémont, j'ai montré que, selon toute probabilité, le Silurien de cette partie du massif du Brabant est mis en contact, par faille, avec les terrains primaires plus récents qui le bordent au Sud et j'ai comparé cette fracture à la faille de Landenne-sur-Meuse dont il est difficile d'expliquer l'origine. J'ai aussi rappelé à cette occasion que, d'après les observations faites au cours de la session extraordinaire de 1919, il n'y a pas lieu de séparer par une faille le calcaire frasnien et le viséen que l'on voit en contact dans le parc de Lexhy ; comme je l'ai rappelé tout à l'heure, j'ai essayé d'expliquer cette anomalie par des mouvements du sol qui se seraient manifestés au cours même de la sédimentation du dévono-carbonifère.

La tectonique des terrains anciens a été moins étudiée ; j'ai apporté de nouvelles preuves à l'appui de la thèse soutenue par MM. Lohest et Forir, de l'allure en dôme des quartzites blancs de Hourt.

Sur les **Terrains secondaires** de la Belgique, je ne puis noter que la présentation par M. Cornet d'un travail sur le Wealdien, la meule de Bracquegnies et le Turonien dans la vallée du ruisseau de St-Pierre à Thieu.

Les **Terrains tertiaires** ont été peu étudiés cette année. Dans un petit travail sur l'âge des sables tertiaires des environs de Liége, j'ai fait observer que les fossiles découverts par M. Rutot dans les sablières de Boncelles ne permettent de fixer la position stratigraphique que du niveau supérieur de la formation ; celle-ci est, en effet, divisée en deux parties inégales par un niveau de gravier à gros silex qui peut marquer le contact de deux étages bien distincts de la série tertiaire ; l'âge du niveau inférieur au lit graveleux reste donc indéterminé.

Le **Pléistocène** a fait l'objet d'un travail de M. Velge : *Projet de transformation de l'échelle stratigraphique et de la légende du terrain quaternaire.* L'auteur a tout d'abord en vue la région d'Anvers et il propose de ranger dans le quaternaire les sables

à faune marine classés dans le miocène et le pliocène et reposant sur l'argile de Boom ; ces dépôts seraient ainsi contemporains de nos formations continentales caractérisées par la présence du mammouth. Dans le même travail, M. Velge cherche à démontrer que la tourbe du fond des vallées appartient au quaternaire et non pas aux dépôts modernes comme l'indique la carte géologique au 40.000^{e}.

M. Anten nous a fait une communication *Sur la véritable nature des sables de Lierneux*, dans laquelle il montre que ces dépôts superficiels ne sont que des roches cambriennes décomposées sur place ; M. Lohest a confirmé cette manière de voir en rappelant ses observations personnelles aux environs de Grand-Halleux.

La **Période quaternaire** a été marquée dans nos régions par un abaissement momentané de la température qui a permis aux animaux du Nord de descendre jusque sous nos latitudes. La grande extension des glaciers dans l'hémisphère nord à cette époque de l'histoire de la terre est un fait acquis pour la science ; des traces glaciaires indiscutables se rencontrent en Hollande à peu de distance de notre frontière.

Il était donc tout naturel de se demander si les points les plus élevés de la Belgique n'avaient pas été, à cette époque, recouverts par les glaces. A maintes reprises la question a été discutée à la *Société géologique*.

M. le professeur Léon Fredericq, qui a étudié avec un soin tout particulier la faune et la flore de la Baraque Michel, a montré que cette faune et cette flore renferment des types des régions froides ; la température moyenne de ce plateau est inférieure de 3 degrés à ce qu'elle devrait être, eu égard à son altitude et à sa latitude ; il est donc permis de croire que ces particularités sont des restes d'une période froide antérieure. Un géologue allemand, Kurt Stamm, avait été plus loin et avait cru trouver sur le plateau de la Baraque Michel des traces du passage d'anciens glaciers. Notre session extraordinaire a eu principalement pour objet de vérifier ces assertions ; je crois que beaucoup des participants à ces excursions n'ont pas été convaincus du bien-fondé de la thèse de Kurt Stamm ; la question reste à étudier.

Nous avons eu l'occasion, au cours de cette session, de faire des

observations intéressantes sur la **Géographie physique.** La distribution de certains dépôts superficiels, les particularités du relief du sol paraissent être la conséquence de l'évolution du réseau hydrographique.

Dans le domaine de la géographie physique de la Belgique, je citerai encore une note présentée à l'une de nos séances par M. de Radzitzky d'Ostrowick, dans laquelle il signale des *Vestiges de marmites d'érosion à Engihoul*, dans le calcaire carbonifère.

M. le major Stevens nous a fait part de ses *Remarques sur la morphologie des Flandres, du Brabant et du Hainaut* ; il expose une série de considérations très intéressantes sur l'évolution géographique de cette partie de notre territoire.

Dans le domaine de la **Paléontologie belge**, je citerai une note de M. Ch. Fraipont annonçant la découverte de *Psilophyton cf. robustius* Daws., dans le Couvinien belge.

M. Renier a signalé la présence de *Euproops anthrax* dans le houiller de la Basse-Sambre et M. Jean de Dorlodot a présenté deux échantillons remarquables de restes d'insectes provenant également du houiller de la Basse-Sambre.

Les recherches des **Pétrographes** ont presque toujours porté sur les roches d'origine profonde, sur les roches cristallophylliennes, et sur les roches très métamorphiques ; les roches sédimentaires normales et surtout les roches meubles ont été généralement négligées ; la difficulté que présente leur étude est sans doute la cause de ce dédain. Appliquant les méthodes de M. Cayeux qui ont donné de si remarquables résultats, M. Anten a entrepris l'étude de quelques roches sédimentaires belges et notamment des sables secondaires et tertiaires. Ses recherches sont encore trop peu avancées pour donner des résultats positifs ; il semble en résulter néanmoins que la répartition du disthène, de la staurotide, de l'andalousite et des autres minéraux lourds dans les sédiments postprimaires belges est loin d'être uniforme.

M. Bellière a entrepris de son côté, l'étude pétrographique de certaines roches du terrain houiller belge ; c'est ainsi qu'il a examiné en lames minces des phtanites de la base du terrain houiller et a reconnu qu'il s'agit de véritables *spongolithes* ; il fait justement remarquer que toutes les roches houillères présen-

tant le même aspect extérieur ne sont pas nécessairement des spongolithes ; certaines d'entre elles représentent une vase organique silicifiée relativement riche en carbone ; d'autres sont, au contraire, des calcaires silicifiés comme les phtanites à crinoïdes de Visé.

MM. Anten et Bellière ont examiné *les phtanites de la base du houiller inférieur au bord nord du bassin de Namur à Horion-Hozémont* ; les uns sont de véritables spongolithes, d'autres ne montrent pas de trace d'organismes ; tel est le cas pour le banc à galets de quartz.

M. Bellière a signalé l'existence *d'un macigno particulier du Dévonien inférieur* ; il s'agit d'une roche à grains de quartz et à ciment calcaire ; les éléments de ce ciment ont cristallisé en s'orientant parallèlement aux faces d'un solide de clivage de calcite, de sorte que la cassure de la roche montre des faces miroitantes. C'est un phénomène que l'on observe dans des formations d'âge très différent.

Pour terminer ce qui concerne la Belgique, je rappellerai que l'*Institut cartographique militaire* nous a offert trois exemplaires de la très belle carte géologique de la Belgique à l'échelle du 160.000^{e}, qu'il vient d'éditer. A maintes reprises, notre Société a fait des démarches auprès du Gouvernement pour obtenir la revision et la réédition des feuilles épuisées de la carte au 40.000^{e} ; nous avons obtenu gain de cause, puisque le Conseil géologique a été institué pour prendre la direction scientifique de cette revision ; en attendant, la carte au 160.000^{e} donnera satisfaction à tous ceux qui s'intéressent à la géologie de notre pays.

La Géologie de notre colonie du Congo a fait l'objet de plusieurs travaux importants ; il serait difficile d'en donner une analyse détaillée ; la plupart d'entre eux sont des descriptions de roches, ou des descriptions régionales ; ils n'en sont pas moins précieux ; ils constituent des documents de la plus haute importance pour les études plus générales qui seront entreprises plus tard.

Sur la stratigraphie, je citerai un travail de M. F. Delhaye : *Les variations de faciès du conglomérat inférieur du système du Kundelungu au Katanga* ; l'auteur décrit les faciès qu'il a observés sur le versant occidental du plateau de la Manika, sur le rebord

nord de la cuvette de la Lufira et jusque dans la région des graben de l'Upemba et de la Lufira à la limite septentrionale des plateaux du Haut-Katanga. Il y distingue des conglomérats glaciaires, des dépôts stratifiés intercalés dans ces conglomérats, des dépôts torrentiels à sa partie supérieure, un faciès fluvio-glaciaire.

L'auteur fait observer que dans les fossés tectoniques, dont les premiers effondrements sont antérieurs à ces dépôts, le conglomérat glaciaire est remplacé par les formations fluvio-glaciaires tandis que sur les massifs en relief, le faciès glaciaire est conservé ; sur le bord incliné du fossé de la Luinguila-Lukale, il observe, au contraire, un passage latéral entre les deux faciès ; ces observations apportent ainsi de précieux enseignements sur les conditions topographiques à la période permo-triasique dans l'Afrique centrale et M. Delhaye croit même pouvoir distinguer différents types parmi les glaciers qui ont donné naissance à ces dépôts conglomératiques.

Nous devons à M. Passau un mémoire *Sur la géologie du district du Kwango (Congo belge)*, qui vient compléter les données que nous devons à d'autres explorateurs et qui ont fait l'objet de travaux publiés dans nos *Annales*; ces recherches complètent nos connaissances sur la constitution d'une vaste région de notre colonie.

Une étude plus spécialement consacrée à la tectonique a pour auteurs MM. Delhaye et Sluys ; elle porte sur les grands traits de la tectonique du Congo occidental et la structure du bassin schisto-calcareux ; au voisinage du fleuve Congo, ce bassin présente des plissements prononcés, dirigés du Sud au Nord et s'atténuant vers l'Est ; au Sud du Bas-Congo, les plis ont été produits sous l'action d'une poussée agissant du Sud vers le Nord. Au Nord du fleuve, on pénètre dans une région d'effondrements ; dans le bassin du Niari, par contre, on signale des déformations provoquées par une poussée dirigée du Nord vers le Sud. Les auteurs s'attachent, en outre, à montrer qu'il n'y a entre le système schisto-calcareux et le système schisto-gréseux ou système du Kundelungu, qu'une discordance très faible et qu'il en est de même entre le système schisto-calcareux avec son conglomérat de base d'origine glaciaire, et les terrains sous-jacents. Ils arrivent ainsi à émettre les deux conclusions suivantes : *a*) les ridements qui se sont succédés, se sont toujours fait sentir suivant la direction des plis antérieurs ; *b*) les derniers

plissements qui ont affecté les terrains du Congo occidental — et par extension de l'Afrique centrale — intéressent la formation schisto-gréseuse et sont antérieurs aux couches du Lualaba-Lubilache.

Des mouvements postérieurs à la formation du système du Lubilache et que les auteurs regardent comme des mouvements épirogéniques, ont donné au bassin du Congo sa structure actuelle. Le travail de MM. Delhaye et Sluys apporte des idées nouvelles sur l'évolution géologique d'une zone importante de notre colonie.

Plusieurs travaux sur la **Pétrographie du Congo** ont été présentés à nos séances par M. L. de Dorlodot. Il a décrit ainsi une série de calcaires provenant du Bas-Congo ; une roche basique provenant du Ruwenzori ; une série de roches du bassin du Kasaï ; quelques roches de Mongalula sur l'Ituri ; des roches archéennes et primaires du Mayumbe de la collection de Briey.

La **Géologie** des pays étrangers a donné lieu à une *Note préliminaire sur la stratigraphie et la tectonique du bassin houiller de Belmez* (*Andalousie*), dans laquelle l'auteur, M. R. Anthoine, établit la stratigraphie des couches carbonifères de Belmez, puis montre l'existence d'une série de lames de charriage de telle sorte que, dans son ensemble, la constitution tectonique de ce bassin rappelle singulièrement celle de nos bassins houillers de la Belgique ; c'est une constatation bien intéressante et qui montre que les dislocations constatées dans nos terrains primaires ne sont pas spéciales à nos régions ; elles se retrouvent en d'autres parties du globe où l'évolution s'est faite suivant les mêmes règles.

M. Delhaye a remis une petite note dans laquelle il expose *quelques observations sur la marmorisation des calcaires des Pyrénées* ; il s'agit ici d'intéressants phénomènes de contact.

En **Minéralogie** je signalerai la description d'une nouvelle espèce minérale, la Cesàrolite, par MM. H. Buttgenbach et C. Gillet. Cette espèce a été créée pour un manganate hydraté de plomb provenant de la mine de Sidi-Amor en Tunisie.

Les études de **Géogénie** comprennent un article de M. Ch. Stevens : *Sur un cas particulier de formation de brèche* ; au pied

des falaises de Fécamp, l'auteur a observé la présence d'un amas de blocs anguleux de craie en voie de cimentation par de la calcite stalagmitique, sous l'influence des eaux chargées de carbonate calcique qui sourdent de la falaise. Ces observations pourront peut-être apporter quelque lumière dans l'étude de l'origine des brèches de notre calcaire carbonifère.

En janvier 1920, une secousse sismique a été ressentie dans une partie du Borinage. M. H. Capiau nous a donné une description du phénomène qu'il a eu l'occasion de ressentir personnellement.

En **Hydrologie**, M. P. Questienne nous a fait une intéressante conférence intitulée *Etude de la circulation de l'eau dans des filtres artificiels ou naturels et dans les terrains meubles*. Je regrette de n'avoir pas encore reçu le manuscrit de ce travail et de ne pas pouvoir en donner une analyse détaillée comme il le mériterait.

En ce qui concerne la **Géologie appliquée**, l'étude des gîtes métallifères a donné lieu à une note de MM. d'Andrimont et Anthoine, *Sur l'âge des filons plombifères de Linarès* (*Jaen*), de laquelle il résulte que la minéralisation des fractures est post-triasique contrairement à ce qui était admis couramment ; les auteurs de cette note en concluent que les affleurements de ces filons sont la tête d'un réseau et que la zone stérile constatée dans certaines mines vers 300 à 400 mètres de profondeur marque un étranglement local du gîte et non pas son épuisement définitif.

M. Lohest nous a parlé des travaux de MM. Duparc et Grosset sur les gîtes de platine de l'Oural, ainsi que des recherches effectuées en Espagne par M. Orueta dans des alluvions formées aux dépens d'une roche présentant de grandes analogies avec les dunites de l'Oural.

Enfin, nous avons consacré une demi-journée de notre *Session extraordinaire*, à examiner près de Faymonville, sous la conduite de M. H. De Rauw, les dépôts aurifères formés aux dépens du sous-sol primaire et principalement de l'arkose gedinienne.

Cet examen rapide et sommaire vous montre que notre année sociale écoulée a été tout aussi féconde que les précédentes. Je fais des vœux pour qu'il en soit de même de celle qui commence aujourd'hui. Ne sommes-nous pas, d'ailleurs, encouragés de toutes manières. Je vous ai rappelé tout à l'heure que nous avions

inscrit de nombreux membres protecteurs ; vous n'avez pas oublié que l'an dernier notre président, M. Buttgenbach, a créé un fonds spécial pour encourager les études de pétrographie ; il a trouvé un imitateur ; à notre dernière séance, notre sympathique confrère M. R. d'Andrimont, nous a proposé la création d'un fonds semblable pour favoriser les recherches de tectonique et de géologie appliquée principalement dans le bassin de la Méditerrannée.

Après ces libéralités, vous serez sans doute convaincus, que nous ne devons plus craindre de marcher de l'avant et que nous pouvons avoir confiance dans l'avenir.

P. FOURMARIER.

L'Assemblée ordonne l'impression de ce rapport.

Rapport du Trésorier

M. **G. Tibaux**, trésorier, donne lecture du rapport suivant :

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous soumettre, conformément à l'art. 33 de nos statuts, le relevé des comptes de notre Société pour l'exercice 1919-1920.

RECETTES

Cotisations 1919-1920	frs	5.820,—
Cotisations volontaires des membres	»	1.460,—
Cotisations des membres protecteurs	»	7.200,—
Cotisations arriérées	»	75,—
Cotisations payées anticipativement	»	45,—
Subside de la province de Liége	»	1.000,—
Versement de M. LORIÉ, d'Utrecht	»	3.000,—
Versement de M. BUTTGENBACH	»	3.000,—
Vente de publications et des tirés à part	»	832,86
Intérêts bancaires, coupons lots de ville et dette belge	»	272,56
	frs	22.705,42
Cotisations perçues pour la *Revue de Géologie*	»	2.089,05
	frs	24.794,47

DÉPENSES

Impressions pour la *Société Géologique*			frs	19.895,12
Salaire des employés			»	905,—
Frais de banque			»	118,35
Frais de correspondance, des publications, présentation des reçus, etc.			»	341,56
			frs	21.260,03
Consignation en un dépôt en banque du versement de M. Buttgenbach			»	3.000,—
Pour la *Revue de Géologie* :				
Versé à valoir sur impression (reste dû frs 4427,88)	frs	2.000,—		
Meuble classeur, fiches, etc.	»	141,—		
Débours divers	»	76,90		2.217,90
Total des dépenses			frs	26.477,93

Le total des dépenses est donc supérieur de frs 1683,46 à celui des recettes et il nous faut payer la publication du tome XLIII en entier, dont un seul numéro est paru à ce jour. Le prix élevé des frais actuels d'impressions est la seule cause de la situation difficile dans laquelle nous nous trouvons.

L'inlassable dévouement de notre Secrétaire général, nous a cependant procuré dans le cours de l'exercice une somme de 7.200 francs, montants des cotisations volontaires que de nombreuses sociétés industrielles nous ont versées en réponse à son appel.

Mais, cette somme est de loin insuffisante pour couvrir notre budget ; c'est plus que le double qui nous serait nécessaire.

Notre réserve est composée comme antérieurement d'un titre de rente belge de 1000 francs et de 40 obligations de villes belges de 100 francs, valeur nominale. Sur cet ensemble qui représente une valeur nominale de 5000 francs pour laquelle elle est portée dans nos comptes, nous subirions en cas de réalisation, au cours actuel, une perte de 1500 à 2000 francs.

Les comptes de l'exercice ainsi que la bibliothèque ont été vérifiés le 16 courant par MM. Bogaert, Wéry et Libert, membres de la Commission de comptabilité, nommés dans la séance du Conseil du 18 juillet. MM. Lhoest et Construm se sont fait excuser de ne pouvoir assister à la dite vérification. G. Tibaux.

L'Assemblée ordonne l'impression de ce rapport et vote des remerciements au trésorier.

Projet de budget pour l'exercice 1920-1921

PRÉVISIONS DES RECETTES

Cotisations des membres	frs	6.000,—
Cotisations volontaires des membres	»	2.000,—
Subsdides des Sociétés	»	8.000,—
Subside de la province de Liége	»	1.000,—
Subside de la province du Hainaut	»	1.000,—
Subside de l'Etat	»	1.000,—
Vente de publications et remboursement des tirés à part	»	1.000,—
Rentrées diverses, intérêts bancaires	»	300,—
Total des recettes	frs	20.300,—

PRÉVISIONS DES DÉPENSES

Impression et gravure du tome LXIII	frs	12.000,—
Impression et gravure du tome LXIV	»	12.000,—
Impressions diverses, convocations, bulletins, etc.	»	3.000,—
Salaires des employés	»	900,—
Frais divers, correspondance, perception cotisations, etc.	»	500,—
Total des dépenses	frs	28.400,—
Déficit prévu	frs	8.100,—

Nous avons tablé sur le même geste de générosité de la part des diverses sociétés qui ont bien voulu nous accorder des subventions au courant de l'exercice échu. Vous voyez, Messieurs, qu'il est désirable que cette générosité ne nous fasse pas défaut, mais qu'au contraire, elle soit plus marquée encore.

Prix des tirés à part

Le **Secrétaire général** donne quelques renseignements au sujet du déficit sérieux qui résulte pour la *Société géologique* de la fourniture de tirés à part aux auteurs.

Sur la proposition du Conseil, l'Assemblée vote à l'unanimité la résolution suivante :

« Jusqu'à nouvelle décision, étant donné le prix élevé des » publications, la totalité des frais supplémentaires résultant de » la fourniture de tirés à part, sera à charge des auteurs. »

Elections

Il est ensuite procédé aux élections.

a) Pour la **Présidence** :

M. **Max Lohest** fait la déclaration suivante :

« M. Cesàro, auquel j'avais récemment parlé des élections de » ce jour, m'a dit qu'empêché cette année d'assister à nos séances, » il désire que ses confrères reportent leurs suffrages sur M. Cornet. » Il m'a autorisé à faire cette déclaration si j'étais consulté au » sujet des candidatures à la présidence. »

Le **Secrétaire général** donne lecture d'une lettre de M. Cornet par laquelle il prie ses confrères de voter pour l'un des autres vice-présidents, ses occupations et son éloignement de Liége lui rendant bien difficile l'assiduité aux séances ordinaires et aux réunions du Conseil.

M. Fourmarier fait observer que M. Cornet est la cheville ouvrière des réunions extraordinaires de Mons et trouve matière à y exercer son activité.

M. J. Cornet est élu président par 82 voix sur 147 suffrages exprimés. (*Applaudissements*).

b) Pour quatre places de **Vice-présidents** :

Sont élus MM. M. Lohest, R. d'Andrimont, H. Buttgenbach et L. Mercier.

c) Pour onze places de **Membres du Conseil** :

Sont élus MM. J. Anten, R. Anthoine, G. Cesàro, H. de Dorlodot, L. Denoël, H. De Rauw, A. Gilkinet, Habets, O. Ledouble, X. Stainier, J. Vrancken.

Le **Secrétaire général** donne lecture de la lettre suivante que lui a adressée M. Buttgenbach, président sortant :

Mon cher Secrétaire général,

Ne pouvant postposer la date d'un voyage en Amérique, je ne pourrai, à mon grand regret, assister à l'assemblée générale et à la séance du 17 octobre.

En quittant le fauteuil de la présidence, il est de mon devoir

de remercier à nouveau la *Société géologique* de l'honneur qu'elle m'a fait en m'appelant à diriger ses travaux pendant l'année sociale écoulée. La tâche m'a été rendue très facile par suite de la collaboration accordée par nos confrères et surtout par le zèle et le dévouement que vous ne cessez vous-même de consacrer à la Société.

Je crois que la *Société géologique* peut se féliciter de sa prospérité et du renom scientifique qu'elle a su acquérir et qu'elle sait maintenir.

Je souhaite la bienvenue à mon successeur et, en vous priant d'adresser mes excuses à la Société pour l'absence que je ne puis empêcher, je vous prie d'agréer, mon cher Secrétaire général, l'expression de mes meilleurs sentiments confraternels.

H. BUTTGENBACH.

L'Assemblée générale est levée à midi.

Séance ordinaire du 17 octobre 1920

Présidence de M. LOHEST, *vice-président*

La séance est ouverte à midi.

Le **Président** remercie l'Assemblée au nom des nouveaux élus ; il rend hommage à M. H. Buttgenbach, président sortant, qui a toujours fait preuve d'un grand dévouement envers la *Société géologique.*

Commission de pétrographie. — Aux termes du règlement, la *Commission de pétrographie* aurait dû soumettre à la séance de ce jour un rapport sur les travaux présentés sur la question mise à l'étude. En l'absence de M. Buttgenbach, elle a cru préférable de le postposer à une séance ultérieure.

Toutefois il convient de ne pas attendre davantage pour élire le Comité pour 1920-1921.

L'Assemblée désigne à cet effet, MM. Cornet, président ; P. Fourmarier, secrétaire général ; G. Tibaux, trésorier ; MM. Buttgenbach, Lohest, Brien.

Commission de tectonique et de géologie appliquée. — Conformément à la proposition faite en juillet dernier par M. R. d'Andrimont, le Conseil, d'accord avec M. d'Andrimont, a adopté le règlement ci-après suivant lequel sera régi le fonds spécial pour l'encouragement des études de tectonique et de géologie appliquée.

Règlement du Fonds spécial de Tectonique. — 1° La *Société Géologique de Belgique* met à l'ordre du jour l'étude de la tectonique et de la géologie appliquée spécialement dans le bassin de la Méditerranée.

2° Il est institué une « Commission de Tectonique et de Géologie appliquée » formée de six membres. Le Président, le Secrétaire général et le Trésorier en font partie de plein droit ; les trois autres membres sont désignés chaque année à l'Assemblée ordinaire d'octobre.

3° La commission de tectonique et de géologie appliquée examine les travaux traitant de la question prévue au 1° et présentés aux séances de la Société. Pour la séance d'octobre elle rédige un rapport sur ces travaux et peut, à cet effet, s'adjoindre une ou plusieurs personnes compétentes à choisir parmi les membres de la Société (effectifs, protecteurs, honoraires et correspondants).

4° Un budget spécial sera dressé qui comprendra toutes les recettes et dépenses relatives à la question mise à l'ordre du jour. Les recettes comprendront les sommes spéciales retirées éventuellement du budget ordinaire, les dons spéciaux faits par des membres de la Société ou des personnes étrangères.

Les dépenses comprendront les objets spécifiés aux 5° et 6°.

5° Des prix pourront être accordés aux auteurs des mémoires les plus importants ; la proposition en sera faite par la commission à l'Assemblée générale d'octobre qui décidera au vote secret à la majorité des voix.

6° La commission peut autoriser des membres de la Société à faire, sur le budget spécial prévu au 4°, des travaux de recherche nécessités par leurs études ; elle peut accorder des bourses de voyage en vue de ces recherches. Elle pourra affecter une partie du fonds spécial à la publication des travaux soumis à son examen et des rapports sur ces travaux.

7° Lors de l'Assemblée générale d'octobre la commission fera lire un rapport comprenant : *a)* une appréciation des travaux rentrant dans le cadre de la question à l'ordre du jour ainsi que il est dit au 3° ; *b)* un résumé des connaissances nouvelles établies par les mémoires qui lui auront été soumis ; *c)* ses propositions de prix à décerner ; *d)* l'indication des dépenses qu'elle a autorisées conformément à l'article 6° et des recettes effectuées.

8° Les mémoires et communications relatifs à la question à l'ordre du jour pourront être publiés au fur et à mesure de leur présentation.

L'Assemblée désigne comme membres de la Commission de tectonique : MM. J. Cornet, P. Fourmarier, G. Tibaux, M. Lohest, R. d'Andrimont et H. De Rauw.

Approbation du procès-verbal. — Le procès verbal de la dernière séance est approuvé.

Présentation de membres effectifs. — Le Président annonce la présentation de six nouveaux membres effectifs.

Correspondance. — MM. Barlet, Buttgenbach, Cornet, Renier et Schoofs font excuser leur absence.

La *R. Universita de Bologne* et la *R. Accademia delle Scienze delli 'Instituto de Bologne* prient la *Société géologique* de se faire représenter à la manifestation qui aura lieu le 1er novembre prochain en l'honneur du professeur Augusto Righi ; M. le professeur G. Cappellini, membre honoraire, sera prié de bien vouloir représenter la Société.

M. le **Secrétaire perpétuel** de l'*Académie royale de Belgique* adresse la notice suivante relative à la fondation Agathon de Potter qui peut intéresser des membres de la *Société géologique* :

Les revenus de la Fondation de Potter sont destinés :

1° Pour la moitié, à subsidier des recherches ou des voyages scientifiques ou la publication des travaux originaux d'astronomie, mathématiques, physique, chimie, sciences minérales, biologie animale et végétale ;

2° Pour les trois dixièmes, à récompenser des travaux originaux relatifs à l'une des sciences précitées (la première période de concours se clôturera le 31 décembre 1921) ;

3° Pour les deux dixièmes, à récompenser des découvertes de nature à améliorer les conditions de travail dans les industries dangereuses ou à encourager des recherches à entreprendre dans ce but.

Les demandes de subsides et les travaux destinés aux concours doivent être adressés au Secrétariat de l'Académie royale de Belgique, Palais des Académies, à Bruxelles.

La Commission de la Fondation se réunit chaque année, au début de mars et d'octobre.

Nomination de rapporteurs. — Le Président désigne MM. P. Fourmarier, M. Lohest et H. de Dorlodot pour faire rapport sur deux mémoires de M. J. Cornet : *Etudes sur la structure au bassin crétacique du Hainaut. I. Région entre Jemappes et Glain* et *La Meule de Bracquegnies dans la vallée du ruisseau de St-Pierre, près de Thieu.*

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau. Des remercîments sont vôtés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS

Buttgenbach H. — Contribution à l'étude des calcites belges. (*Acad. des Sciences de Belgique*, coll. in-8°, 2me série, t. IV, 1920. Hayez, Bruxelles).

Cesàro G. — Contribution à l'étude des minéraux du Vésuve et du Monte-Somma. (Ibidem).

Delft (Technische Hoogeschool) :

C. J. de Groot. — Radio telegrafie in de Tropen. (La Haye : *De Altas*).

A. W. Coster van Voorhout. — Condensatie producten von Phenol en Formaldehyde. (Delft, Waltman, 1919).

G. E. Hoeffelman. — De acetyleering van mitrophenolen onder den invloed van eenige Katalysatoren. (Ibid.).

F. A. Vening Meinetz. — Bijdragen tot de theorie der slingerwaarnemingen. (Amsterdam. J. H. De Bussy, 1915).

Chr. van Loon. — Stereochemie der Cyclopentaan en der hydrindeen=1,2-Diolen. (La Haye, Monton and C°).

R. A. Weerman. — Over de inwerking van Natrunhypochloriet op amiden van onverzadigde zuren en oxyzuren. (Amsterdam. A. H. Kruyt, 1916).

Ch. Th. Groothoff. — De primaire Tinertsafzettingen van Billiton. (La Haye, Monton and C°, 1916).

J. Ph. Pfeiffer. — De waarde van wetenschappelijk onderzoek voor de vaststelling van technische Eigenschappen van Hout. (Amsterdam. De Bussy, 1917).

J. H. M. Momders. — Application of direct analysis to pulsating and oscillating phenomena. (Leyden, IJdo, 1919).

F. Goudriaan. — Dissociatie-Evenwichten in het stelsel metaal-zwavelzuurstof. (A. H. Kruyt. Amsterdam, 1916).

P. E. Verkade. — Hydratatie van organieke zuuranhydrieden. (La Haye. Levisson).

A. L. van Scherpenberg. — Onderzoekingen naar de constitutie van het euxanthogeen, enz. (Amsterdam. T'Kasteel van Aemstel).

F. E. van Haeften. — De Bereiding van de trichloornitro en de trinitrobenzolen, enz. (Utrecht. Bosch en Zoon).
L. Hamburger. — Overlicht-emissie door gassen en mengsels van gassen, enz. (Amsterdam. De Standaard, 1917).
J. Versluys. — De capillaire werkingen in den Bodem. (Amsterdam. Versluys, 1916).
A. Korevaar. — Studies over het mechanisme van het hydreren. (Kruyt. Amsterdam).
L. C. Den Berger. — Landbouwscheikundige onderzoekingen, enz. (Waltmau. Delft, 1915).
Ursul Philip Lely. — Waarschijnlijkheids-Rekening by automatische telefonie. (Imprimerie s' Gravenhage, à La Haye).
C. J. van Nieuwenburg. — De stabiliteit der mercurohalogeniden. (Imprimerie Trio, La Haye).
W. D. Cohen. — Reductie van aromatische ketoven. (Delft, Waltman, 1915).
W. F. Gisolf. — Beschrijving van een microscopisch onderzoek van gabbros en amfibolieten. (Rotterdam. Corns. Immig, 1917).
A. Van Zossem. — Bijdrage tot de kennis van het volcanisatieproces. (Amsterdam. De Bussy, 1916).

F. Ehrmann. — Sur un cas remarquable de conservation d'empreintes végétales par un polypore. *(Bull. Soc. d'Hist. nat. de l'Afrique du Nord).*
Technisch-Hygiënische Beschouwingen over de Economie van den Industrieelen Arbeid. (Leiden, 1918).
Ville de Liége. — Nouvelles installations de captage en Hesbaye. (Liége. Bénard, 1920.)

Communications. — Le Secrétaire général dépose sur le bureau le compte rendu de la Session extraordinaire de 1919 et le compte rendu de la Session extraordinaire de 1920. L'Assemblée en ordonne l'impression dans les *Annales.*

La séance est levée à midi et demie.

Séance extraordinaire du 19 Novembre 1920

Présidence de M. J. Cornet, *président*

M. Ch. Stevens remplit les fonctions de Secrétaire.

La séance est ouverte à 16 heures dans la Bibliothèque du laboratoire de géologie de l'Ecole des mines, à Mons.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire du 16 juillet 1920 est adopté.

Communications. — 1. M. L. **de Dorlodot** expose des *Notes sur les échantillons de roches des terrains archéens et primaires du Mayombe, de la collection de Briey* (suite II), en s'aidant d'une carte dressée au moyen des itinéraires du regretté explorateur. Ce travail paraîtra dans les *Publications spéciales relatives au Congo belge.*

2. M. F. **Delhaye** fait une communication *Sur une nouvelle méthode d'étude des formations calcaires, basée sur les conditions bathymétriques du dépôt.*

3. M. le Président donne lecture d'une note de M. A. **Schoep**, intitulée *Sur un minéral nouveau pour le Katanga.* Ce travail paraîtra dans les *Publications relatives au Congo belge.*

4. M. J. **Cornet** parle de *L'attaque des dunes de Knocke* (*Zoute*) *par la mer dans ces dernières années.*

Présentations d'échantillons. — 1. M. L. **de Dorlodot** présente une série de roches récoltées au Mayombe par le comte de Briey.

2. M. A. **Schoep** a envoyé, à l'appui de sa note précitée, un échantillon de dioptase, planchéite et calcite, provenant de la mine de Tantara (Katanga).

La séance est levée à 18 heures.

Séance ordinaire du 21 Novembre 1920

Présidence de M. LOHEST, *vice-président*

La séance est ouverte à 10 heures et demie.

Le **Secrétaire général** donne lecture de la lettre suivante, que lui a adressée M. J. Cornet.

Mons, le 20 novembre 1920.

Mon cher Secrétaire général,

Je vous prie de bien vouloir, lors de la séance du 21, être mon interprète auprès des membres de la Société pour les remercier de l'honneur qu'ils m'ont fait en m'appelant à la présidence dans la dernière assemblée générale.

Je m'efforcerai de m'en rendre digne en continuant d'apporter tout mon dévouement à la Société. Mais je regrette de ne pouvoir profiter de la première occasion qui se présente de manifester ce dévouement. J'avais compté assister à la séance du 21 ; mais, à l'heure où j'aurais dû me mettre en voyage, je me vois forcé de m'excuser ; je suis retenu ici par des affaires professionnelles.

Veuillez agréer, mon cher Secrétaire général, l'expression de mes meilleurs sentiments.

J. CORNET.

Approbation du procès-verbal. — Le procès-verbal de l'assemblée générale et de la séance ordinaire du 17 octobre dernier est approuvé, moyennant une rectification demandée par M. Fourmarier.

Admission de membres effectifs. — Le Conseil a admis en cette qualité MM. :

MITELMANS, Joseph, 38, rue Robertson, à Liége, présenté par MM. M. Lohest et C. Fraipont.

REINHOLD, Th., chef de la Section géologique de l'Etat dans le Limbourg méridional, à Heerlen (Limbourg hollandais), présenté par MM. Martens et Fourmarier.

GILLARD, Pierre, ingénieur, rue de Renory, à Angleur, présenté par les mêmes.

LESAACK, Julien, ingénieur, directeur des travaux des Charbonnages du Borinage Central à Pâturages, présenté par MM. J. Cornet et F. Racheneur.

GILLET, Charles, ingénieur principal au Corps des mines, 43, place Communale, à Dampremy, présenté par MM. Vrancken et Fourmarier.

ESSELING, Cornélis, ingénieur, directeur-gérant des Ateliers de construction des Sondages et Travaux miniers Lemoine, 184, rue Mandeville, à Liége, présenté par MM. Martens et Fourmarier.

Présentation de membres effectifs. — Le Président annonce la présentation de trois nouveaux membres effectifs.

Admission de membres protecteurs. — Le Conseil a admis en cette qualité :

La Société Anonyme des Charbonnages-Unis de l'Ouest de Mons, à Boussu (près Mons), présentée par MM. Bogaert et Fourmarier.

La Société Anonyme des Charbonnages d'Hornu et Wasmes, à Wasmes, présentée par MM. A. Abrassart et J. Bolle.

Décès. — Le Président a le regret de faire part de la perte de M. Oehlert, membre honoraire, décédé au château de Laval le 17 septembre 1920. La Société vient seulement d'être informée du décès de M. Törnebohm, membre correspondant. (*Condoléances*).

Correspondance. — M. Mercier remercie la Société de l'avoir élu vice-président.

M. le professeur Capellini s'excuse de n'avoir pu représenter la Société à la manifestation organisée en l'honneur de M. le

professeur Righi ; il a prié le Recteur actuel de l'Université de le remplacer à cette cérémonie.

La Fédération belge des Sociétés de sciences mathématiques, physiques, chimiques, naturelles, médicales et appliquées, envoie les procès-verbaux résumés des séances tenues par le Conseil général depuis la fondation de la Fédération.

Elle demande de faire savoir avant le 3 décembre 1920 si la *Société géologique* est ou non partisan d'adopter le vœu concernant le maintien de l'Université d'expression française de Gand. (*Approbation unanime*).

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau. Des remercîments sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS

A. Lacroix. Les industries minérales non métallifères à Madagascar. Conférence faite au Museum national d'Histoire naturelle le 2 mai 1920. Paris, 1920.

P. Fourmarier. L'influence des mouvements du sol en Belgique pendant la période paléozoïque. *Rev. Univ. des Mines,* 6e sér., t. VII, nos 2 et 4. Liége 1920.

Nomination de rapporteurs. — Le Président désigne MM. Fourmarier, Brien et Delépine, pour faire rapport sur un mémoire de M. Anthoine : *Contribution à l'étude de la brèche de Landelies.*

Communications. — 1. M. **J. Anten** fait la communication suivante, en montrant les préparations microscopiques à l'appui :

Sur la présence de Sillimanite dans les sables tertiaires au Nord de Visé

PAR

J. ANTEN

Les sables tertiaires affleurant au lieu dit « les trois chemins », sur la route de Warsage, Nord-Est de Visé, sont assimilés, par la

carte géologique officielle, aux sables de Rocour, assimilation que nous acceptons.

Leur composition lithologique est identique, à cela près que nous y avons rencontré de rares grains d'un minéral dont nous avons pu déterminer les caractères suivants :

Densité supérieure à 2,9.

Grains allongés aplatis suivant un clivage, clivage perpendiculaire à N^m.

Cassures irrégulières, perpendiculaires au clivage.

Allongement suivant le grand indice de la section.

Extinctions longitudinales.

Les sections perpendiculaires à n^m montrent, par la méthode Cesàro, que le minéral est positif.

La méthode de Becke par immersions successives dans l'iodure de méthylène et le sulfure de carbone donne : $1{,}74 > n^g > 1{,}65$.

La biréfringence est environ 210.

En l'absence d'autres caractères, nous prenons, sous bénéfice d'inventaire et pour prendre date, ces sections pour des lamelles de clivage de Sillimanite.

La présence de Sillimanite dans ces sables en association avec le disthène et la staurotide, indiquerait que les roches d'où ces minéraux proviennent se seraient métamorphosées à une très grande profondeur dans l'écorce terrestre ; nous ne connaissons pas de roches semblables en Ardenne.

2. M. **P. Fourmarier** donne connaissance de la note suivante :

A propos de la structure du terrain houiller au Nord de Huy

(Note préliminaire)

PAR

P. FOURMARIER

En 1907 [1], j'ai signalé la présence d'un affleurement de poudingue houiller le long de la route d'Ampsin à Verlaine, sur le territoire de la commune de Jehay-Bodegnée (lieu dit Cabendes) ;

[1] P. FOURMARIER. Sur un nouvel affleurement de poudingue houiller aux environs de Huy. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXV, *Bull.*, p. 67.

je considérais cette roche comme appartenant au niveau du grès d'Andenne désigné sous la notation *H1c* dans la légende de la carte géologique au 40.000e ; comme ce pointement se trouve en plein houiller supérieur, je supposais qu'il devait exister un pli important ramenant à la surface du sol des bancs inférieurs de la série.

Plus récemment, j'ai signalé la présence dans le terrain houiller de la province de Liége, d'autres niveaux de poudingue, présentant une ressemblance lithologique parfaite avec le poudingue à cailloux de phtanite de l'assise *H1c* (1) ; l'un de ces niveaux a été observé au charbonnage de la Nouvelle Montagne, siège Hena, à quelques mètres sous la couche Lurtay, et l'on en voit des affleurements dans les bois près de la commune de Gleixhe, dans le ravin des Awirs.

Je me suis demandé si le poudingue des Cabendes n'appartiendrait pas au niveau de Lurtay plutôt qu'à l'horizon du grès grossier d'Andenne.

En parcourant la région, j'ai observé dans la tranchée du chemin qui monte vers l'Ouest, en face de l'entrée de l'ancienne abbaye de la Paix-Dieu, la présence de blocs d'une roche analogue à celle que l'on exploite aux Cabendes ; ces blocs sont volumineux et non roulés ; on peut admettre qu'ils se trouvent tout à proximité de l'affleurement. Or, cette roche se trouve en relation avec la série des couches de houille que l'on a exploitées autrefois dans la concession de la Paix-Dieu. Dans son prolongement au Nord de Jehay-Bodegnée, le long du chemin de Verlaine, au lieu dit Hacquenière, il existe une carrière abandonnée où l'on a exploité un grès grossier qui pourrait bien être un faciès à éléments plus fins du même horizon ; ce grès se trouve d'ailleurs en relation avec le même faisceau de couches de houille ; il ne peut être question d'y voir le niveau du grès d'Andenne ; mais son assimilation au poudingue de Lurtay n'est pas certaine. Dans la région, toutes les couches inclinent au Midi ; si le poudingue de la Paix-Dieu est le même que celui des Cabendes, il faut admettre l'existence d'une faille pour expliquer la répétition du même horizon; d'ailleurs, au charbonnage de Halbosart le gisement est coupé

(1) P. Fourmarier. Observations sur les poudingues du terrain houiller de Liége. *Ibid.*, t. XLII (*Bull.*), p. 114.

par une faille au Sud du puits Belle-Vue ; mais il faudrait une étude attentive pour raccorder les terrains de part et d'autre de cet accident.

Si le poudingue des Cabendes appartient au niveau d'Andenne, la faille dont il s'agit a une importance d'autant plus grande.

Il y a donc là une question de tectonique intéressante à résoudre, tant par l'étude des affleurements que par l'examen des travaux miniers ; j'ai cru bien faire en la signalant à l'attention de mes confrères.

3. M. **Ch. Fraipont** présente un échantillon de grès, montrant une structure assez particulière qu'il attribue à l'action du vent, telle qu'on peut l'observer sur le rivage et les dunes du littoral ; cet échantillon fait partie des collections de paléontologie végétale de l'Université de Liége.

La séance est levée à midi.

Séance extraordinaire du 12 Novembre 1920

Présidence de M. J. Vrancken, *membre du Conseil*

La séance est ouverte à 15 heures dans la grande salle de l'Université du Travail, à Charleroi.

Communications. — 1. M. **R. Anthoine** a fait parvenir le texte d'un mémoire intitulé : *Contribution à l'étude de la brèche de Landelies.*

M. J. Dubois résume ce travail au nom de l'auteur, empêché d'assister à la séance.

M. **Vrancken** estime qu'il serait intéressant que l'auteur exposât sur place ses idées sur la brèche de Landelies.

2. M. **J. Dubois** donne connaissance de la note suivante :

Le Bassin houiller du Hainaut : Observations sur les Études publiées par M. Delbrouck

PAR

J. Dubois

M. Delbrouck, Directeur du 2e Arrondissement des Mines, a publié dans les *Annales des Mines de Belgique* (1) une suite d'études où il explique la tectonique du bassin houiller du Hainaut par la formation d'un double plissement, suivi d'un charriage qui aurait déterminé toutes les failles importantes rencontrées par les travaux de nos charbonnages et les sondages récents.

Il en résulterait qu'il existe, au Midi du Bassin connu, un deuxième synclinal comprenant les mêmes assises carbonifères et séparé du premier par une selle de terrains plus anciens.

D'après cette hypothèse, la surface du charriage, que l'auteur appelle « Faille Mère », doit être sensiblement horizontale ; nous

(1) *Ann. Mines Belg.*, t. XX (1919), 3e livraison, et t. XXI (1920), 3e livraison.

aurions encore l'espoir de découvrir, sous la masse des terrains dévoniens du Bassin de Dinant, un nouveau gîte houiller qui viendrait, dans l'avenir, enrichir nos importantes réserves de charbon.

De plus, le bassin houiller connu actuellement, dont nous n'aurions guère exploré que les parties charriées, s'étendrait régulièrement, soit en surface, soit en profondeur, bien au delà de ce que nous pouvions espérer.

Ces conclusions si optimistes et si hardies, que M. Delbrouck ose à peine formuler, découlent clairement des coupes dont il a illustré son travail. Elles sont trop importantes pour échapper à la discussion, et nous devons regretter que son auteur ait préféré les développer dans un milieu où la discussion n'est pas possible.

A première vue, les idées théoriques sur lesquelles M. Delbrouck se base, ne sont pas bien neuves. Depuis longtemps déjà, de savants géologues ont été séduits par la possibilité d'un vaste charriage et du recouvrement du Bassin de Namur par le bord nord du Bassin de Dinant bien au delà de ce qu'on suppose généralement. Il est remarquable aussi que le premier essai d'explication de la rencontre du terrain houiller sous la Faille du Midi reposait sur l'hypothèse du prolongement des maîtresses allures du Nord sous la Faille du Centre (1). Ces théories, qui sont restées dans le domaine de la spéculation pure, n'ont plus été défendues formellement dans la suite.

Cependant, comme ces nouvelles études s'appuyent sur une documentation qui paraît de premier ordre, une analyse plus approfondie des faits est nécessaire pour juger si la synthèse proposée est vraisemblable ou si elle doit être modifiée ou écartée.

M. Delbrouck a étudié minutieusement le gisement du Borinage et, comme tous les géologues qui se sont occupés de cette question, il admet que celui-ci est traversé par une zone failleuse, réunion des différentes failles connues plus à l'Est. Le prolongement des couches déhouillées par les charbonnages du Nord du bassin aurait été atteint, sous la zone failleuse devenue horizontale, par les puits profonds du Couchant de Mons.

En fouillant les plans et les nombreuses données fournis par les exploitations en cours, l'auteur est amené à conclure que la cuvette

(1) M. R. Cambier, 1911.

supérieure s'est déplacée sans déformations sur une distance qu'il détermine en se basant sur les teneurs en matières volatiles des charbons.

Pour mettre mieux en lumière la vraisemblance de ses propositions, l'auteur conseille à ses lecteurs de découper la planche, sur laquelle la coupe est dessinée, suivant le trait indiquant la faille ; il suffit alors de faire voyager la partie supérieure de façon à reconstituer le gisement avant le commencement du transport.

Cette manière de procéder a le grave défaut d'admettre la rigidité parfaite des lambeaux charriés et de ne pas tenir compte des déformations qui n'ont pu manquer de se produire après et pendant la mise en mouvement de paquets de terrains aussi peu résistants que le Houiller.

En résumé, il faudrait admettre d'abord un plissement sans production de failles, ensuite un transport sans nouveaux plissements.

Et c'est ce qui ne peut être admis. Bien au contraire, lors de la formation de plis à angle aigu, des cassures du genre des failles inverses doivent se produire ; elles ont l'axe du plissement pour point de départ, et leur importance croît avec l'ampleur du mouvement.

Les coupes de nos charbonnages montrent souvent des exemples plus ou moins développés de ces cassures dues aux plissements. Il est légitime de supposer que ce fait se vérifie pour l'ensemble du synclinal houiller et que les failles les plus connues dans les bassins de Charleroi et du Centre, Failles du Gouffre, du Pays de Liége, du Centre, etc., ont cette origine, et, par conséquent, la zone failleuse du Borinage, qui en est la réunion. Ces failles n'ont donc pas de rapports directs avec les charriages qui se sont déclanchés par la suite.

Nous devons donc faire des réserves formelles sur le bien-fondé de la théorie et de l'interprétation des faits qui nous sont présentés.

En se reportant vers le Levant et le Couchant, M. Delbrouck explique par le même procédé les résultats obtenus par la campagne de recherches entreprise pour découvrir le prolongement sud du Bassin de Namur.

Cette synthèse ne répond pas à la réalité des faits. La Faille du Midi (Faille Mère) prend brusquement une inclinaison plus

accusée vers la limite méridionale du terrain reconnu par les sondages profonds.

Le sondage de Montfayt (N° 68) [1] qui, suivant les prévisions, devait rencontrer le Houiller à 800 mètres de profondeur, ne l'a atteint qu'à 900 mètres.

Le sondage d'Angre (N° 88), intéressant à plusieurs points de vue et que l'auteur ne cite qu'accidentellement, se trouve à quelques centaines de mètres au Sud du sondage des Baraques (N° 65), et cependant la différence des cotes du toit du Houiller est de 100 mètres. Certains autres sondages de la région de Thuin, relativement rapprochés de l'affleurement de la Faille du Midi, sont arrivés à des profondeurs considérables sans l'avoir traversée.

Doit-on attribuer ces faits à de simples irrégularités de l'allure de la Grande Faille ? Nous ne le croyons pas. Si nous nous reportons à l'Ouest de la partie considérée, vers la frontière française, le pendage de la même Grande Faille se montre assez raide.

Il en est de même vers l'Est, où elle a été reconnue à la limite sud des Bassins liégeois. Comme la continuité du phénomène qui a déterminé le chevauchement du Bassin de Dinant sur celui de Namur semble à présent bien démontrée, il est logique de supposer que la Faille eifelienne ou du Midi a dans notre pays une allure constante et que nous retrouvons dans la partie qui nous occupe son allure typique.

Il est même probable que le tracé en surface indiqué sur les cartes géologiques ne correspond pas à celui de la Faille du Midi, dont l'affleurement devrait être recherché plus au Sud. Le massif de terrains coblenciens, sous lequel le Houiller a été découvert par la plupart des sondages, ne serait, à proprement parler, qu'un lambeau limité par une faille distincte.

Le contact des deux failles marquerait la ligne au Midi de laquelle les recherches constatent un approfondissement anormal du toit du Houiller.

Les études de notre confrère M. R. Anthoine [2] démontrent d'ailleurs l'existence d'une fracture importante dans cette région. On peut la suivre jusqu'à l'extrémité de l'Anse de Jamioulx. Le passage de cet accident tectonique se marque dans la vallée de la Sambre, entre Landelies et Hourpes.

[1] Numération des *Annales des Mines de Belgique*.
[2] *Ann. Soc. géol. de Belg.* (*Mémoires*), t. XLII, 1919.

Nous pouvons conclure que, si même il existait un deuxième bassin houiller au Midi du Bassin du Hainaut, il se trouverait à une profondeur qui rendrait vaine toute tentative de recherche.

Si nous passons à l'examen des coupes, nous constatons, tout au moins pour celles que nous avons pu étudier d'après une documentation certaine, que l'auteur base ses conclusions sur des affirmations bien téméraires.

Dans la coupe à 20.000 mètres à l'Est du Beffroi de Mons, à propos du sondage des Bonniers (N° 16), M. Delbrouck « estime » que l'on s'est bel et bien trompé et que le prétendu terrain » houiller improductif, recoupé à partir de 581 mètres, n'est que » du Dévonien supérieur. »

Or, nous avons assisté au débitage des carottes de ce sondage par notre savant confrère M. Stainier ; nous avons trouvé dans les limites précitées, des fossiles qui, non seulement caractérisent le Houiller, mais peuvent lui assigner un niveau bien déterminé. Citons : *Alloiopteris coralloides*, *Lonchopterisr ugosa*, *Linopteris cf. obliqua*, *Sphenopteris obtusiloba*, *Palmatopteris furcata*, etc., mêlés à de nombreux *Neuropteris obliqua*, *gigantea*, *heterophylla* et *tenuifolia*. Notons aussi que les couches traversées à partir de 860 mètres titraient de 18,5 % à 20,5 %, et non 22 % comme il est renseigné sur la coupe.

Nous ignorons si le sondage de Montfayt (N° 68) a rencontré le « Grand charriage » annoncé par M. Delbrouck; mais nous savons, par l'examen des échantillons, qu'il a traversé la même série que le sondage des Bonniers et que les couches y possèdent la même proportion de matières volatiles.

Quant au sondage N° 17, nous sommes bien empêché de discuter son interprétation, car il a été pratiqué au trépan, même dans le terrain houiller.

La coupe à 18.000 mètres à l'Est du Beffroi de Mons, contient des inexactitudes du même genre. Le sondage de Montifaux a recoupé notamment un gisement très régulier en plateure. A propos du sondage de Buvrinnes station (N° 15), nous ne pouvons supposer que M. le Professeur Stainier ait pu confondre le Houiller avec du Dévonien supérieur. Pouvons-nous admettre aussi qu'un éminent ingénieur des mines se soit laissé abuser au point de constater, pour charbon, la traversée d'un banc de schiste tendre du Famennien ?

Dans la coupe à 16.000 mètres à l'Est du Beffroi de Mons, il est fait état de petits lambeaux de calcaire ou de Houiller inférieur rencontrés au contact de la Faille du Midi, pour amorcer le départ de différentes fractures. En réalité, ces petites nappes accompagnent la faille et font partie du charriage; elles n'ont aucune signification tectonique ; on les retrouve en surface là où il est possible d'examiner l'affleurement de la Faille du Midi.

L'interprétation du sondage des Baraques (N° 65) est aussi erronée. Il suffit, pour s'en convaincre, de placer sur la coupe le sondage d'Angre. Le supposé « Grand charriage » prend alors une allure inattendue qui détruit l'harmonie de l'ensemble si ingénieusement conçu.

Nous pourrions continuer à signaler les erreurs d'interprétation contenues dans le travail de M. Delbrouck, mais les quelques exemples ci-dessus suffisent à démontrer qu'il repose, en partie tout au moins, sur une documentation incertaine.

Nous pourrions aussi nous étonner que la voûte calcaire du massif du « Grand charriage » n'ait jamais été rencontrée et du rôle bizarre que joue la Faille d'Ormont. Nous préférons conclure en faisant les réserves les plus formelles sur la réalité de la synthèse qui nous a été présentée.

Courcelles, novembre 1920.

La séance est levée à 17 heures.

Séance extraordinaire du 17 décembre 1920

Présidence de M. J. Cornet, *président*

M. V. Brien remplit les fonctions de Secrétaire.

La séance est ouverte à 16 heures dans la bibliothèque du laboratoire de géologie de l'Ecole des Mines, à Mons.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire du 19 novembre 1920 est adopté.

Correspondance. — MM. F. Delhaye et Ch. Stevens font excuser leur absence.

Communications. — 1. Il est donné lecture d'une note présentée par M. Schoep et ayant pour titre : *Présence de la sphérocobaltite au Katanga.* Ce travail est destiné aux *Publications spéciales relatives au Congo belge.*

2. Il est donné lecture de la note ci-après envoyée de Chine par M. **F.-F. Mathieu** :

Flore fossile du Bassin houiller de Kaïping (Chine)

(Note préliminaire)

PAR

F.-F. Mathieu

Le bassin houiller de Kaïping (Chine), situé dans la province du Tchili, à mi-route entre Tien-Tsin et le port de Ching-Wang-Tao, est activement exploité depuis de nombreuses années et la production annuelle dépasse actuellement 4.000.000 de tonnes.

Dans ses grandes lignes, le bassin a une forme elliptique allongée suivant le Nord-Est. La série houillère repose sur du calcaire ordovicien (calcaire sinien de Richthofen *pro parte*) à *Actinoceras* et est recouvert de grès et schistes rouges ou bigarrés, que l'on considère généralement comme étant d'âge permien ou mieux permo-triasique.

La série houillère complète est constituée de 18 couches, dont

6 sont assez régulièrement exploitées. La tectonique, simple au N.-E., est beaucoup plus compliquée au S.-W., où il existe des failles et décrochements assez importants et, probablement, un lambeau de charriage amenant le calcaire ordovicien au-dessus de la formation houillère.

Fossiles végétaux. — La flore du Bassin de Kaïping fut d'abord étudiée par Schenk ([1]), qui, sur des échantillons rapportés par Richthofen, détermina les espèces suivantes :

Calamites sp.
Sphenopteris sp.
Neuropteris flexuosa.
Odontopteris sp.
Cyclopteris trichomanoides.
Palaeopteris lanceolata.
Lepidodendron Sternbergi.
Lepidophyllum minus.
» *hastatum.*
Cordaites principalis.
Psygmophyllum angustilobum.
Gingkophyllum sp.
Dicranophyllum latum.
» *angustifolium.*
Conchophyllum Richthofeni.
Carpolithus ovatus.
» *sphaericus.*
Rhynchogonium prunoides.
Sphenophyllum emarginatum var. *truncatum.*

La plupart des échantillons sont malheureusement incomplets et les planches de Schenk peu caractéristiques. Zeiller ([2]), procédant à un examen critique des déterminations de Schenk, fait remarquer la ressemblance entre *Psygmophyllum angustilobum* et *Eremopteris Courtini*, considère le *Neuropteris flexuosa* comme allié, sinon identique au *Neuropteris Planchardi* et insiste sur l'attribution générique douteuse des *Dicranophyllum*, ces échantillons étant incomplets ; cette dernière observation peut d'ailleurs s'étendre à *Gingkophyllum* sp. et à *Lepidodendron Sternbergi.*

M. Kersten, inspecteur de la *Société Générale*, a rapporté d'un voyage à Kaïping quelques fossiles végétaux dont il a donné la liste dans un rapport daté de 1904. Ce sont :

Neuropteris flexuosa.
Neuropteris cf. Scheuchzeri.
Sphenophyllum cf. tenuifolium.
Lepidophyllum sp.
Calamites sp.
Stigmaria ficoides.

([1]) Ferdinand Freiherr von Richthofen. *China.* Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien, t. IV, pp. 216-224.

([2]) Zeiller. Note sur la flore houillère du Chansi. *Annales des Mines* (4e livraison) 1901. Paris,

Je donne plus loin une première liste des végétaux fossiles que j'ai recueillis dans le Bassin de Kaïping, aux exploitations de Tongshan, Machia Kow et Chao-Ku-Chwang. La plupart des espèces déterminées proviennent des terrils, quelques-unes seulement ayant été recueillies dans les travaux d'exploitation. Comme on pourra le voir, le Bassin de Kaïping est d'âge *permo-houiller*. Il serait très important, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue minier, de pouvoir faire une étude systématique de la répartition des flores par couches et subdiviser la formation en zones paléontologiques comme cela a été fait en détail pour notre Bassin westphalien ; c'est là un travail de longue haleine qui demande, surtout, la collaboration des ingénieurs de mines, et, à ce propos, je tiens à remercier mes collègues MM. Demaret, Derwiduée et Gérard, qui en ont compris l'importance et me facilitent beaucoup mes recherches.

J'ai adopté, dans le tableau des espèces observées, la notation de Zeiller : C, commun ; AC, assez commun ; R, rare ; le signe + indique que l'espèce a été trouvée, sans que l'on puisse juger de sa rareté ou de son abondance relative.

Remarques paléontologiques. — *Sphenopteris.* — Echantillons incomplets et mal conservés ; le *Sphenopteris* sp. est voisin du *Sph. Picandeti.*

Pecopteris. — Les *Pecopteris* sont de loin les espèces les plus abondantes du Bassin de Kaïping et sont d'âge stéphanien ; plusieurs spécimens, notamment *Pecopteris cyathea* et *Pecopteris lepidorachis*, ont été trouvés fructifiés (*Asterotheca*). Sur une penne de *Pecopteris Sterzeli*, on remarque de petites protubérances punctiformes analogues à celles signalées par Zeiller sur des échantillons provenant de Commentry et qu'il considère comme dues à un champignon parasite.

Callipteridium. — Echantillon typique du genre, montrant de belles pinnules triangulaires fixées directement sur le rachis entre deux pennes. Le seul spécimen recueilli à Tongshan présente certaines affinités avec le *Callipteridium pteridium* du Stéphanien de Commentry.

Odontopteris. — Un seul spécimen de *Odontopteris genuina* a été trouvé à Tongshan ; les autres échantillons sont trop mal conservés pour que l'on puisse en faire une détermination spécifique,

Tableau de la flore fossile du Bassin de Kaïping.

Espèces observées	Tong-shan	Machia-Kow	Chao-Ku Chwang
Eremopteris cf. Courtini	R		R
Sphenopteris sp.	R		
Mariopteris sp. (?)	R		
Pecopteris cyathea	A C	+	+
» arborescens	+		
» lepidorachis	A C	+	+
» Platoni	R		
» Sterzeli	R		
» cf. unita		R	
» cf. hemitelioides		+	
Alethopteris sp.	R		
Callipteridium cf. pteridium	R		
Odontopteris genuina	R		
» sp.	+	+	+
Desmopteris elongata	R		
Taeniopteris multinervis	A C	+	+
» jejunata	R		
» sp.	R		
Neuropteris Scheuchzeri	A C	+	+
» flexuosa	C	C	A C
Archaeopteris (?)	+	+	
Cyclopteris sp.	+	+	+
Aphlebia cf. Germari	R		
Equisetum sp.			R
Calamites Cisti	+	+	+
Calamodendron sp.	+		
Asterophyllites sp.	R	R	
Palaeostachya sp.	+		
Annularia stellata	+		+
» » var. mucronata	C	C	A C
Sphenophyllum emarginatum	+	+	+
» » var. truncatum	C	+	C
» sp.			
Lepidodendron oculus-felis	C	A C	C
» Gaudryi	R		
Knorria	+	+	+
Lepidostrobus sp.	+		
Lepidophyllum hastatum	R		
» sp.	+	+	+
Stigmaria ficoides	C	A C	A C
Cordaites principalis	C	+	A C
Poacordaites sp.	R		
Artisia approximata	+		+
Zamites cf. regularis	R		
Pterophyllum sp.	R		
Cordaianthus	A C	+	
Rhabdocarpus	C	+	+
Carpolithes	+	+	+
Cardiocarpus	R		
Tripterospermum (?)		R	

Taeniopteris. — Le *Taeniopteris multinervis* est assez fréquent ; j'ai trouvé un spécimen de cette belle espèce, montrant le limbe graduellement contracté vers le bas et terminé par un pétiole continuant la côte médiane, large de 6 mm. et long de plus de 4 centimètres. Un échantillon unique paraît différer du *T. multinervis* par le fait que les nervures, après la double dichotomie près de leur base, en subissent souvent une autre à mi-distance du limbe.

Neuropteris. — Le *Neuropteris flexuosa* est très abondant ; le *Neuropteris Scheuchzeri* l'est beaucoup moins. Ces deux espèces ont été également signalées par Yokohama dans le bassin de Yentaï et la première seulement à Pen-Hsi-Hu par Schenk. En ce qui concerne particulièrement le *Neuropteris Scheuchzeri,* il y a lieu de se demander si certains spécimens déterminés ou figurés comme tels ne sont pas simplement des pinnules anormales d'un autre *Neuropteris.*

Annularia. — On trouve parfois l'*Annularia stellata* typique avec ses longues feuilles, mais beaucoup plus fréquemment l'*Annularia mucronata* de Schenk, avec ses feuilles plus courtes, inégales, largement spatulées et renflées vers l'extrémité, que Zeiller considère comme n'étant qu'une variété de l'espèce précédente.

Sphenophyllum. — Le *Sphenophyllum emarginatum* var. *truncatum* est abondant ; un spécimen malheureusement incomplet montre de larges folioles voisines de celles du *Sph. Thoni*, tandis qu'un autre paraît présenter des formes non encore signalées.

Archaeopteris.— J'ai conservé provisoirement cette dénomination générique (cf. *Palaeopteris lanceolata* Schenk) pour des feuilles isolées, lancéolées ou spatulées, contractées à la base et parcourues par des nervures divergentes, plusieurs fois divisées par dichotomie. Je ne suis pas éloigné de l'idée d'y voir des folioles détachées d'un *Sphenophyllum.*

Lepidodendron. — Le *Lepidodendron oculus-felis* se rencontre fréquemment et les nombreux échantillons permettent de constater les variations déjà signalées par Zeiller dans la forme du coussinet. Le *Lepidodendron Gaudryi* est rare.

Cordaites. — Le *Cordaites principalis* est abondant et atteint parfois de grandes dimensions.

Poacordaites. — Un échantillon montre des feuilles détachées, à bords parallèles ou sub-parallèles, larges de 4 à 6 mm., longues de 4 à 6 centimètres, à nervures parallèles inégales.

Pterophyllum. — Un seul exemplaire, mal conservé, mais différent du *Pterophyllum Fayoli* signalé dans le Stéphanien de Commentry.

Zamites. — Rachis portant quinze pinnules alternes.

Fructifications. — Abondantes, surtout les *Rhabdocarpus*, mais souvent fortement abîmées.

Fossiles animaux. — Un banc de calcaire situé dans l'assise inférieure (zone à Fire-Clay), à environ 50 mètres au-dessus du calcaire ordovicien, m'a donné des débris de *Productus*, articles de crinoïdes, coraux et fusulines.

Ce banc, très caractéristique, constitue un excellent horizon stratigraphique que j'ai retrouvé sur une grande partie du Bassin.

M. Anderson, du *Service Géologique du Gouvernement Chinois*, ayant recueilli sur le terril de Chao-Ku-Chwang un schiste calcareux et pyriteux renfermant des débris de fossiles marins, j'ai procédé à des recherches qui m'ont permis de localiser ce niveau marin au toit de la 13me couche. J'y ai notamment trouvé : *Aviculopecten*, débris de *Productus* (?), articles de crinoïdes.

J'ai pu observer, à plusieurs reprises, la présence de coquilles de *Spirorbis* sur des troncs, fougères et folioles de *Sphenophyllum.*

Conclusions. — Les végétaux fossiles recueillis jusqu'à ce jour comprennent, à côté d'espèces déjà rencontrées dans le Westphalien (*Calamites Cisti*, *Neuropteris flexuosa*, *Neuropteris Scheuchzeri*, etc.), mais se continuant dans le Stéphanien, une grande majorité d'espèces nettement stéphaniennes et quelques-unes que l'on ne rencontre que dans le Houiller tout à fait supérieur ou à la base du Permien (*Taeniopteris multinervis*, *Lepidodendron Gaudryi*).

Dans son ensemble, la flore de Kaïping présente de grandes affinités avec la flore de Commentry et peut être considérée comme étant d'âge stéphano-permien.

Ces conclusions avaient déjà été adoptées par Zeiller (1) pour

(1) Zeiller : *Op. cit.*

les gisements du Chansi, Liastoung et du Tchili, par Yokohama (1) pour ceux de Pen-Hsi-Hu et de Yentaï (plutôt stéphanien) et par Tokunaga (2) pour la partie inférieure du Bassin de Phyöng-Yang en Corée.

27 octobre 1920.

Présentation d'échantillons. — 1. M. **Schoep** a envoyé un échantillon de dolomie avec sphérocobaltite, provenant de la mine de l'Etoile du Congo (Elisabethville).

2. M. V. **Brien** présente des échantillons de *fossiles* provenant du Katanga. Ils ont été découverts par M. Poulsen, ingénieur en chef de la *Société belge industrielle et minière du Katanga*, dans la vallée du petit ruisseau Kampemba, affluent de droite de la Lufukwe, qui est elle-même une rivière importante, tributaire du Lac Moéro. L'endroit exact de la trouvaille est voisin du bord oriental du plateau des Kundelungu. La roche qui contient ces fossiles est de couleur vert clair, à grain fin, à faible densité ; elle rappelle tout à fait par sa texture certains calcaires lacustres du Montien supérieur de Belgique. Elle contient de nombreux débris de fossiles et quelques fossiles entiers, dans un état parfait de conservation (le test notamment est presque toujours conservé). D'après un premier examen fait par M. Leriche, ces fossiles seraient d'âge tertiaire.

La roche dont il s'agit n'appartient certainement pas au système des Kundelungu, malgré ce qu'on pourrait croire, *a priori*, d'après les conditions de gisement rapportées par M. Poulsen. Rien ne permet non plus de la rattacher aux systèmes géologiques du Lualaba et du Lubilache, qui sont les termes les plus récents de l'échelle stratigraphique admise pour les terrains du Katanga. Elle paraît de beaucoup postérieure à ces formations. Elle doit *peut-être* être rattachée, comme âge, aux puissantes alluvions anciennes (sables et cailloutis) qui recouvrent le haut plateau des Kundelungu et dont on a discuté l'origine fluviale ou lacustre. L'âge de ces alluvions n'est pas établi ; tout ce qu'on peut en dire, c'est qu'elles sont antérieures au cycle géographique actuel.

(1) Yokohama : Paleozoïc Plants from China. *Journ. Coll. Sc. Imp. Tokyo*, vol. XXIII, 1908.

(2) Tokunaga : Note on the Geological Age of the Phyöng-Yang Coal Field, *Journ. Geol. Soc.*, vol. XXI.

Les conditions de gisement de cette roche intéressante seront revues et précisées à la première occasion par M. Poulsen. D'autre part, M. Leriche a bien voulu se charger de l'étude détaillée des spécimens recueillis ; il communiquera à la Société le résultat de cet examen.

3. M. J. **Cornet** présente deux *galets* provenant des couches de houille du Charbonnage de Ressaix. Ils sont en quartzite gris fin. Le premier, pesant 4 kg. 500, a été trouvé *en place* dans un sillon de la couche *Bien-Venue,* au puits Sainte-Aldegonde, étage de 212 mètres. Il est en forme de lentille biconvexe très irrégulière. Le second galet pèse 9 kg. 600 ; il a la forme d'un polyèdre irrégulier à arêtes fortement arrondies par l'usure. L'origine exacte n'en est pas connue ; il a été recueilli au terril.

La séance est levée à 18 heures 15.

Séance ordinaire du 19 Décembre 1920

Présidence de M. Max LOHEST, *vice-président*

La séance est ouverte à 10 heures et demie.

M. Cornet, président, retenu à Mons, fait excuser son absence.

Distinction. — Le Président adresse des félicitations à M. Cornet, qui vient d'obtenir le prix décennal des sciences minéralogiques. Conformément à l'usage, le rapport du Jury sera publié dans les *Annales* de la Société.

Approbation du procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance est approuvé.

Admission de membres effectifs. — Le Conseil a admis en cette qualité:

MM. RONCART, Robert-P.-J., professeur agrégé de l'enseignement moyen, chez Blaise, rue Jos. Steinbach, à Malmedy, présenté par MM. E. Masson et Fonsny.

DEMARET, Jules, ingénieur principal des mines, 33, avenue d'Havré, à Mons, présenté par MM. Ledouble et Fourmarier.

FELOT, Charles, ingénieur civil des mines, 62, rue de Harlez, à Liége, présenté par MM. Lohest et Anten.

Admission d'un membre protecteur. — Le Conseil a admis en cette qualité :

La Société Anonyme des Charbonnages du Levant de Mons, 50, boulevard du roi Albert, à Mons, présentée par MM. Capiau et Fourmarier.

Présentation de membres effectifs. — Le Président annonce la présentation de 15 nouveaux membres.

Correspondance. — La Société des Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons, remercie pour son admission comme membre protecteur.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau ; des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS

Buttgenbach H. et *Gillet C.* — La Cesàrolite (nouvelle espèce minérale).
Buttgenbach H. — Les minéraux du massif de Slata (Tunisie). (*Revue de Minéralogie*, Paris, 1920).
Cornet J. — *Géologie*, tome III (Mons, 1920).
Guébhard A. — Notes provençales n°s 11 à 14. (Paris, 1920).
Harlé E. et *J.* — Mémoire sur les dunes de Gascogne. (*Bull. Soc. de géographie.* Paris, 1920).
Hol, J.B.-L. — Beiträge zur Hydrographie der Ardennen. (Thèse de doctorat, 1916).
Jaarboek van het geologisch etc. voor Nederland en kolonien. (Amsterdam, 1920).
Jungersen et Warming. — Mindeskrift etc. for japetus steenstrups Fodsel (Copenhague, 1914 ; 2 volumes).
Meunier F. — Sur quelques insectes de l'Aquitanien de Rott, Sept Montagnes, Prusse rhénane. *Verh. der Kon. Akad. van Wetenschappen* (Amsterdam, 1917).
Schalch F. — Geologische spezialkarte des Grossherzogtums Baden. (Heidelberg, 1916. Bern, 1910).
L'Universo. — Première année n°s 3 et 4 (Firenze, 1920).

Le Président attire l'attention sur le troisième volume du traité de géologie de M. J. Cornet ; ce tome comprend la fin du chapitre concernant l'action des eaux courantes ; l'action des eaux salines, celle des êtres vivants, l'origine des roches sédimentaires, les phénomènes orogéniques, les phénomènes métamorphiques et les roches métamorphiques y sont examinées successivement et avec tout le soin que l'auteur a apporté dans la rédaction des parties antérieures.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. Gilkinet, Lohest et Fourmarier, sur un travail de M. Ch. Fraipont,

Contribution à la paléophytologie du Wealdien belge (*Smeystersia minuta*).

Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'Assemblée ordonne l'impression de ce travail dans les *Mémoires* ; elle ordonne également l'impression des rapports.

Échanges. — Le Conseil a décidé d'échanger les publications de la Société contre le *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, à Rennes.

Communications. — 1. M. **Max Lohest** donne connaissance du travail suivant :

A propos des plis diapirs
Rappel de quelques principes de tectonique

PAR

MAX LOHEST

Avant d'aborder la question des plis diapirs, nous croyons devoir rappeler certaines lois de tectonique. On peut les déduire de l'étude des résultats obtenus par Daubrée, Cadell, Peach, Bailey Willis. Par une série d'expériences exécutées au laboratoire de géologie de l'Université de Liége, en compagnie de M. Fourmarier, de 1899 à 1913, nous croyons avoir apporté quelques compléments aux principes déjà connus (1).

Nous nous étions surtout proposé de rechercher les causes des complications de structure du terrain houiller belge. Les résultats de nos recherches parurent en 1913. Ils ne paraissent point avoir fixé jusqu'ici l'attention de certains géologues spécialisés dans d'autres domaines. On nous excusera de revenir sur la question.

Premier principe. — *Dans leurs déformations les roches se sont comportées comme le feraient des substances plastiques.*

De nombreuses observations démontrent ce fait. La plus commune consiste dans le renflement des couches dans les charnières synclinales ou anticlinales (la voûte des calcaires dévoniens à Durbuy par exemple).

(1) M. LOHEST : Expériences de tectonique. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXIX (*Mém.*), pp. 547 à 583.

Nous avons depuis longtemps signalé des exemples typiques démontrant la plasticité de la houille (1), du coticule (2), de la sidérose, de la tourmaline (3). Les conclusions que nous avions cru pouvoir tirer de ces faits ont été mises en doute (4).

Mais après les expériences remarquables d'Adams et Nicolson (5) aucune hésitation ne semble plus permise.

Deuxième principe. — *L'allure plus ou moins compliquée des plis dépend, en partie, de la plasticité relative des différentes couches soumises à des efforts de compression.*

Expérimentalement, ce principe se démontre avec la plus grande facilité.

A) Si, dans la machine à comprimer antérieurement décrite (6), on introduit deux couches de terre de même plasticité mais de couleur différente, on observe après compression un bombement uniforme des deux couches.

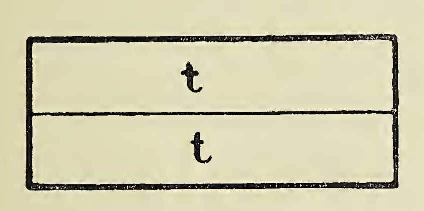


FIG. 1. — Avant compression.

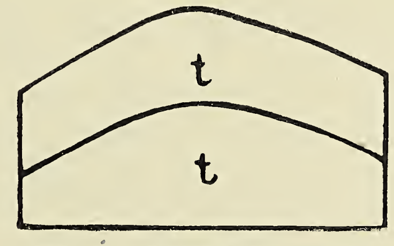


FIG. 2. — Après compression.

t, terre plastique.

B) Mais si entre deux couches tendres on intercale une couche plus dure, celle-ci se chiffonne et présente une série d'anticlinaux et de synclinaux.

(1) MAX. LOHEST : Sur le mouvement d'une couche de houille entre son toit et son mur. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XVIII (*Mémoires*), 1890.

(2) ID. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXV (*Bull.*), p. 411.

(3) ID. De l'origine du remplissage des veines et des géodes, t. XXXVI (*Bull.*), p. 249 et fig. 15.

(4) Voir à ce sujet : MAX. LOHEST : Rapport sur le mémoire de M. X. Stainier. Sur le gisement et l'origine des roches métamorphiques de la région de Bastogne, *Bull. Ac. royale de Belg.*, 1907, pp. 257-271 ; MOURLON, id., pp. 278-279, ainsi que p. 823.

(5) Voir FRANK D. ADAMS : An Experimental Investigation into the flow of Rocks. *XIe Congrès géol. intern. Stockholm*, 1910.

Voir aussi J. ANTEN. La question de profondeur de la zone de déformation plastique des roches. *Ann. soc. géol. de Belg.*, t. XL, Bull. p. 437 et suiv.

(6) *Loc. citat.*, p. 559.

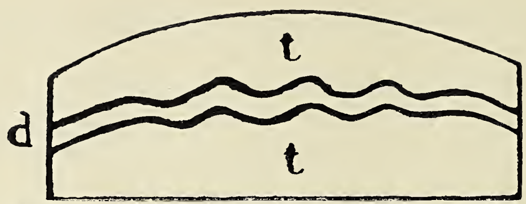


Fig. 3. — *t* (Couches tendres), terre plastique·
d, (Couche dure) terre plastique séchée.

c) Si l'on intercale au contraire une couche très tendre entre deux couches plus dures (graisse entre deux bandes de terre plastique), la graisse se concentre au sommet de l'anticlinal.

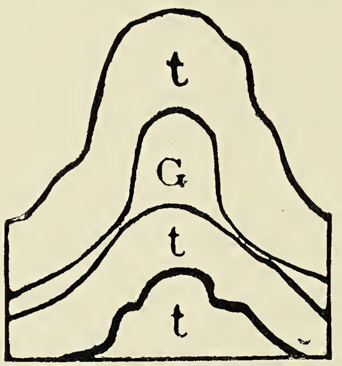


Fig. 4. — *t*, Argile plastique.
G, Graisse.

d) En comprimant de manière à produire une poussée plus énergique dans un sens, on obtient un pli oblique avec faille.

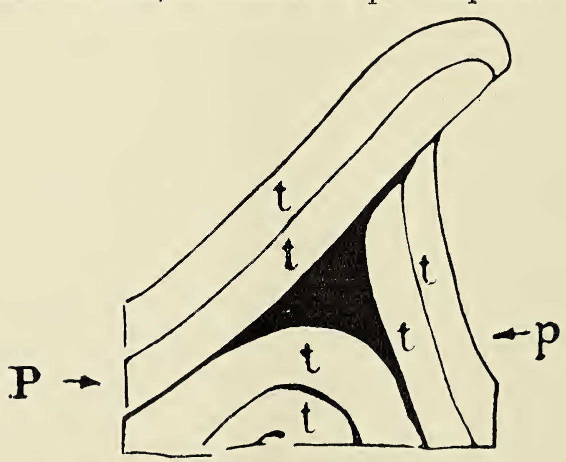


Fig. 5. — *t*, terre plastique.
La graisse est figurée en noir.
P poussée, ($P > p$.)

E) Si l'on intercale deux couches très tendres entre des couches plus dures, on obtient, après compression, l'allure suivante :

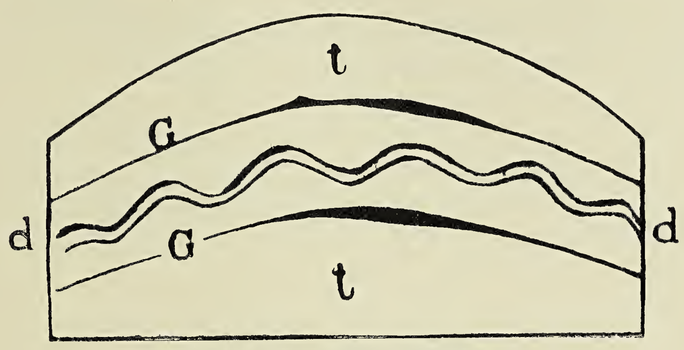


FIG. 6. — *t* = terre plastique.
d = terre plastique séchée.
G = graisse.

C'est-à-dire que les couches très tendres d'allure régulière englobent un système d'allure compliquée.

Décollements. — Lorsque des couches superposées, soumises à des efforts tangentiels, ne sont pas susceptibles de se renfler ou de s'étirer, elles glissent les unes sur les autres. Ce mouvement occasionne ce striage des plans de stratification commun dans les couches disloquées. Dans le terrain houiller les stries produites sont souvent recouvertes d'un enduit de pholérite.

Si les efforts continuent, les couches se décollent. En pliant un jeu de cartes à jouer, l'on peut suivre dans ses détails la production du phénomène.

Les vides produits par décollement sont souvent remplis de minéraux provenant de la ségrégation des parois ; dans les schistes houillers on observe de la pholérite (1), substance cristalline de même composition que le schiste ; dans les roches siliceuses on trouve du quartz, dans les roches calcareuses de la calcite en plaques lenticulaires.

On peut jusqu'à un certain point comparer ces décollements au renflement d'une substance très fluide, eau ou gaz, comprise entre des couches plus résistantes à la compression.

(1) C'est, à notre avis, l'un des meilleurs arguments à invoquer en faveur du dynamométamorphisme.

Rien ne ressemble mieux à une queuvée qu'une faille prenant naissance dans un décollement anticlinal. Nous citerons comme exemple le décollement avec faille de la Grotte de Tilff [1], allure que nous avons d'ailleurs reproduite exactement, par expérience, en nous servant de graisse et d'argile [2].

Application du principe précédent. — A la suite de ces expériences, nous avons été amené à considérer beaucoup d'accidents du terrain houiller comme provoqués par la plasticité des couches charbonneuses par rapport aux schistes et aux grès qui les renferment.

La fig. 5 donne certainement l'explication des queuvées, accident commun dans nos charbonnages.

Comme autre exemple d'application possible de cette théorie de la queuvée à d'autres gisements et à d'autres substances que la houille, nous citerons un fait signalé dans le traité de de Launay [3] :

« A San Giovanello (près Castel Termini) on a commencé par suivre, à 120 mètres de profondeur, une fente irrégulière tapissée de cristaux de soufre au milieu du gypse, et cette fente a conduit à un gros amas de soufre riche de 30 mètres d'épaisseur, 60 mètres de largeur, 17 mètres de hauteur, dont elle occupait le centre ».

Un fait analogue s'est produit à Giona Racalmuto.

Or, il s'agit ici de terrains sédimentaires appartenant à un ensemble plié en anticlinal. Il est assez probable que, sous les efforts de compression, le soufre joue relativement au gypse le rôle de substance tendre.

Si le lecteur se reporte à l'expérience fig. 5, il lui deviendra facile d'expliquer les particularités de ce gisement.

L'expérience fig. 6 rend compte également du fait étrange signalé par notre éminent confrère M. Ledouble [4] : l'existence de terrains disloqués entre des couches de houille d'allure régulière.

Ces observations semblent avoir, d'ailleurs, une portée plus générale.

(1) Fourmarier. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, p. M 209, fig. 8.

(2) Collections du laboratoire de géologie de l'Université.

(3) Gîtes minéraux et métallifères (1913), t. I, p. 337.

(4) O. Ledouble. Notice sur la constitution du bassin houiller de Liége, p. 3 *Congrès international des Mines*, 1905.

Une coupe dans l'ensemble des terrains primaires en Belgique montre des intercalations de zones disloquées, séparées par des zones régulières.

Dans la tranchée de la gare de Trois-Ponts, le Revinien s'observe très disloqué et très faillé. Il est également très chargé de graphite, et cette substance semble avoir joué, lors du plissement, le même rôle que la graisse dans nos expériences.

Sur la Lienne, la régularité du Salmien contraste avec l'allure compliquée du Revinien sous-jacent.

Les calcaires dévoniens présentent toujours dans le détail une complication d'allure qu'on n'observe point dans les psammites du Condroz qui les recouvrent. Il en est de même dans le calcaire carbonifère, où la tectonique de la partie supérieure avec plis étranglés et d'allure souvent indéchiffrable, ne correspond en rien à la régularité d'allure du calcaire carbonifère inférieur et à celle de la base du houiller.

Pour les calcaires primaires, la complication d'allure dans certaines zones provient vraisemblablement de bancs durcis avant le plissement.

De tels bancs, offrant la résistance du marbre, se trouvent parfois intercalés dans des couches de craie ([1]).

Dans les exploitations de coticule des environs de Vielsalm, les couches de cette substance présentent souvent des allures chiffonnées. Le phyllade qui les englobe est simplement clivé.

Le coticule paraît ici avoir éprouvé plus de résistance à la déformation que la roche voisine. Il représente vraisemblablement une couche de calschiste primitivement intercalée dans du schiste. Nous croyons superflu de multiplier ces exemples.

L'un des buts pratiques de la géologie est de déterminer la nature et l'épaisseur des couches profondes en se basant sur des observations faites au voisinage de la surface. L'on accorde aux allures superficielles la propriété de se poursuivre régulièrement en profondeur. Ce principe est indispensable au géologue comme au mineur. Ils l'utilisent dans la confection de leurs coupes théoriques à travers l'écorce du globe. Or, nous venons précisément d'établir son inexactitude. *Le parallélisme des allures des couches, de même que leur continuité, sont des hypothèses nécessaires mais inexactes.*

([1]) *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. XXXVIII, *Bull.* p. 250.

Gisements de gaz naturels et de pétrole. — Nous avons antérieurement signalé l'intérêt des expériences, fig. 4 et fig. 5, pour l'interprétation de la tectonique des gîtes pétrolifères et leur relation avec la structure anticlinale [1]. Ces expériences rendent compte également de la pression de dégagement des hydrocarbures fluides, à notre avis pression d'origine géodynamique. Mais, il faut se garder d'envisager le problème d'une façon trop simpliste.

On admet presque unanimement aujourd'hui, et c'est la thèse qui toujours a été défendue dans nos *Annales*, que le pétrole et les hydrocarbures naturels ont pour origine première la décomposition de matières organiques. Mais dans leurs gisements, les hydrocarbures solides, liquides ou gazeux, ne se rencontrent plus dans la roche mère : sapropèle, argiles ou schistes bitumineux ; l'hydrocarbure a émigré pour s'accumuler dans les vides, les cavités des roches poreuses. On trouvera également dans nos *Annales* de nombreux faits à l'appui de cette hypothèse.

La théorie de la queuvée amorcée dans un anticlinal de roche bitumineuse est, pensons-nous, dans l'état actuel de nos connaissances, la plus satisfaisante dans l'explication de ces particularités, si l'on tient compte du principe de l'indépendance des allures superficielles et des allures profondes.

Grisou. — De semblables considérations peuvent s'appliquer à ce gaz. Les mineurs ont depuis longtemps observé une abondance particulière de grisou aux changements d'allure des couches, ou, ce qui revient au même, une concentration du gaz dans les charnières synclinales ou anticlinales. Il est à remarquer que les couches de houille les plus grisouteuses ne sont pas celles dont la houille est le plus riche en matières volatiles, mais bien les couches les plus plissées.

Troisième principe. — *La complication des dislocations dépend également de la charge sous laquelle elles s'effectuent. Une charge trop forte empêche tout plissement secondaire, une charge trop faible également.*

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XIX (*Bull.*), 1892, p. 28 ; *Congrès des Mines et de Géologie appliquée.* Liége 1905, et *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXIX (*Bull.*), pp. 297 à 301.

Si l'on se reporte aux résultats des expériences figurés en 1913, l'on voit nettement (fig. 24) l'allure anticlinale des couches dans la partie moyenne de l'échantillon présenter une complication d'allure plus grande que dans la partie supérieure ou inférieure.

Il semble donc légitime de conclure que dans les zones inférieures de l'écorce terrestre, les phénomènes de dislocation sont gênés dans leur manifestation ; dans les zones supérieures, les forces tangentielles se réduisent à la production d'un bombement ; une zone intermédiaire au contraire est favorable aux dislocations [1].

Une coupe faite à travers l'écorce terrestre, qui renferme des zones de plasticité différente, serait donc dans son ensemble conforme à la figure suivante, obtenue expérimentalement (fig. 7).

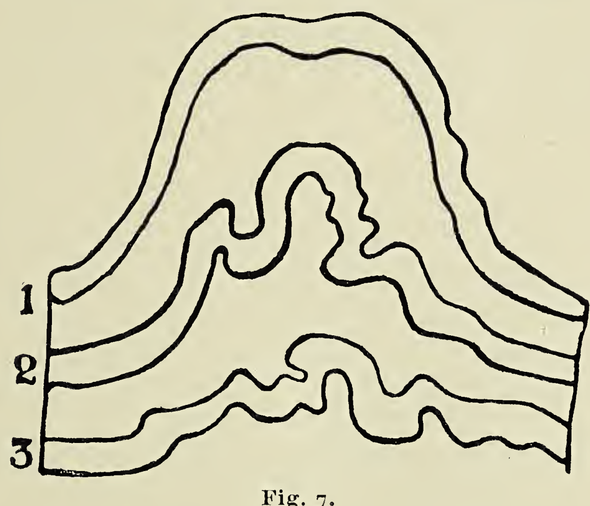


Fig. 7.

On peut y distinguer :

1° une zone supérieure ou de bombement ;

2° une zone moyenne ou de dislocation ;

3° une zone inférieure à dislocations gênées ou de métamorphisme.

Les plissements compliqués des couches et les failles qui les accompagnent seraient donc des phénomènes de profondeur.

(1) Pour plus de détails sur ce sujet, voir MAX LOHEST, Rapport sur le mémoire de X. Stainier : Le gisement et l'origine des roches métamorphiques de la région de Bastogne. *Bull. Ac. royale de Belg.*, avril 1907.

Ils ont comme contre-coup à la surface une surélévation en bloc de couches horizontales ou affectées d'ondulations d'autant plus insignifiantes qu'elles se rapprochent du sommet du système.

Application à la tectonique des zones de métamorphisme régional.— Le principe que nous venons d'énoncer nous paraît susceptible d'expliquer en partie ce fait d'apparence paradoxale que les couches sédimentaires très métamorphiques sont souvent moins plissées que les terrains qui leurs sont stratigraphiquement supérieurs. C'est souvent le cas pour l'archéen. C'est également celui des roches métamorphiques de Bastogne.

Nous avons, à plusieurs reprises, défendu l'idée que le métamorphisme de cette région était avant tout un phénomène de profondeur. Nous croyons qu'il s'est parfois opéré sous une charge de terrain telle qu'il empêchait les plissements de se développer à l'extrême, conformément à ce qui s'effectue dans la zone nº III de l'expérience précédente.

Application à la tectonique des terrains récents. — En Belgique, la différence d'altitude du terrain crétacé en Campine et en Ardenne, soit environ 1000 mètres, pourrait être considérée comme une conséquence du resserrement des plis dans une zone profonde.

Les ondulations de la craie dans le Nord de la France se présenteraient comme une conséquence de l'accentuation du plissement des terrains sous-jacents, et l'on pourrait expliquer de même la surélévation d'immenses plateaux où l'horizontalité des couches engagerait le géologue à rejeter a priori, pour l'explication du fait, l'hypothèse d'une intervention de forces tangentielles. D'accord avec un grand nombre de géologues contemporains, nous pensons que les efforts auxquels les couches doivent leurs dislocations ne se manifestent pas uniquement à une époque précise de l'histoire du globe, mais se prolongent à travers des périodes géologiques successives.

Production des failles tangentielles. — La théorie des plis-failles par concentration de la matière dans les charnières anticlinales

(1) L'œuvre de Spring en Géologie. *Ann. Soc. géol. de Belg.* (*Mém.*), t. XXXIX, 1912.

et synclinales et par étirement des flancs, se base sur de nombreuses observations et peut aussi se démontrer expérimentalement.

En réalité, un fort ensemble de couches présentant toujours des zones de plasticité différente, nous sommes portés à croire que les grandes failles tangentielles se déclanchent de préférence dans les anticlinaux des zones tendres, conformément à l'expérience et à l'observation sur le terrain (1).

Nous avons antérieurement considéré la faille eifelienne et le charriage qui l'accompagne comme une queuvée amorcée dans un anticlinal de silurien (2). Les objections concernant la difficulté de considérer cette faille et les charriages comme des plis-failles tombent, si l'on tient compte des modifications introduites dans le plissement par des couches de plasticité différente.

Une queuvée n'est en réalité qu'une forme particulière sinon la forme la plus commune du pli-faille. Or, un tel accident peut parfaitement recouper des couches plissées en synclinaux et anticlinaux de part et d'autre du plan de faille ; il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures 32 et 39 (*Loc. cit.* p. 33 et 37), pour s'en convaincre.

Plis diapirs. — Il résulte de ce qui précède que les terrains constitués par des couches très différentes en plasticité sont destinés, sous les efforts de compression, à présenter les dislocations les plus compliquées. Or, parmi les terrains sédimentaires, les résidus d'évaporation de mers intérieures, sel, gypse, sapropèle, pétrole, intercalés dans des couches de calcaire, de sable et d'argile, constituent un complexe fort hétérogène au point de vue de la résistance à la compression. Si le plissement affecte un tel terrain, on peut s'attendre à des complications de tectonique poussées à l'extrême.

Le trias de l'Europe et de l'Afrique du Nord, certains niveaux du tertiaire des Alpes, des Carpathes, du Caucase, des Apennins, sont dans ce cas. Il n'est donc pas étonnant que ce soit précisément pour expliquer la tectonique spéciale des régions gypseuses, salifères et pétrolifères, qu'on ait créé les dénominations d'ekzème, de terrain intrusif, de plis diapirs.

(1) Expériences de tectonique, fig. 36, p. 579.
(2) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XL (*Bull.*), 1913, p. 152.

Voici la définition des plis diapirs d'après Mrazec (¹) : « J'appelle plis diapirs des plis à noyaux de percement. Dans ce type de plis, les couches du noyau sont plus fortement inclinées que les couches de son toit, qui se rapprochent de l'horizontale à mesure que nous nous éloignons de l'axe du noyau.

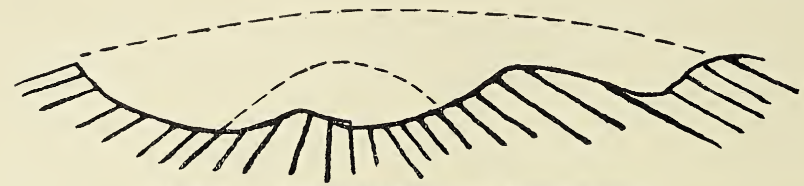


Fig. 8. — D'après Mrazec. Pli diapir droit.

Le noyau de l'anticlinal appartenant à un étage géologique plus ancien s'élève en perçant les couches plus jeunes de la voûte ; celles-ci glissent sur lui et entre elles, donnant ainsi naissance à une disposition qui peut être comparée à peu près à celle des tuiles sur un toit, dont les côtés sont plus inclinés vers le sommet que sur les bords.

Le noyau est d'ordinaire déversé et chevauché même sur le flanc affaissé de la voûte.

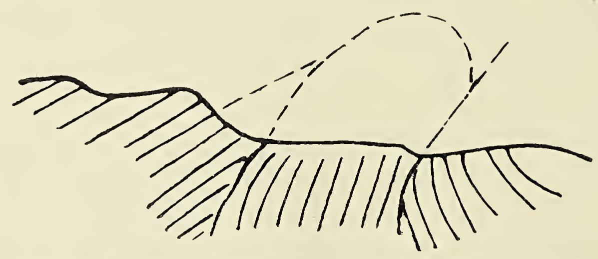


Fig. 9. — Pli diapir à noyau chevauchant et probablement déraciné.

L'auteur ajoute : « Pour ce qui concerne la genèse des plis diapirs dans les sub-Carpathes de la Roumanie, ces plis résultent d'une influence inégale des forces tangentielles sur un complexe de couches. Les couches en profondeur sont plus fortement disloquées que les couches supérieures, qui n'ont été que très peu ou presque pas influencées. La tension produite en profondeur

(¹) L'industrie du pétrole en Roumanie. Les gisements de pétrole, par L. Mrazec. Bucharest, 1910.

trouve sa solution dans les dislocations qui se produisent dans les points de résistance faible de la nappe des couches supérieures, points dans lesquels les couches de profondeur percent les couches les plus jeunes. La cause de ces mouvements doit être cherchée dans l'aire des sub-Carpathes au moins, dans une « sous poussée » en profondeur des régions extérieures à la chaîne carpathique, c'est-à-dire des parties frontales des avant-pays, parties affaissées sous les parties marginales des montagnes. »

Depuis que Mrazec a écrit ces lignes, on a figuré en Europe, en Afrique et en Amérique des coupes passant à travers des gisements de sel, montrant les relations de ces gisements avec les terrains encaissants.

Dans un nombre considérable d'exemples le sel est nettement diapir.

Lindgren dans son traité des gîtes métallifères en a figuré deux cas typiques, celui de Stassfurt d'après Everding, et celui de Anse-la-Butte (Louisiane) d'après G.-D. Harris.

Il résume les explications données de ces allures étranges où le sel se présente sous forme d'une masse grossièrement conique perçant les couches plus jeunes.

1° Hypothèse des sources salées ;

2° Hypothèse de la force de cristallisation du sel ;

3° Hypothèse d'une plasticité plus grande pour le sel que pour les roches encaissantes.

Lachmann (*Centralblatt für Mineralogie*, 1917, p. 414) désigne ces allures du nom d'ekzème. Elles sont dues, d'après lui, à la plasticité du sel, à sa cristallisation et au faible poids spécifique de la substance.

En 1913, nous avons essayé de reproduire l'allure des gisements de sel en comprimant une couche de sel raffiné entre des couches de terre. Nous n'avons rien obtenu digne d'être signalé.

Au contraire, en se servant de la graisse, on obtient, comme nous l'avons vu fig. 4, quelque chose d'approchant. Nous croyons que si nous avions pu opérer avec de la saumure intercalée dans des couches d'argile notre essai aurait été démonstratif. Mais il est très difficile de réaliser pratiquement une semblable expérience.

Quoi qu'il en soit, s'il est possible, en se servant de graisse, de réaliser approximativement l'allure de gîtes de sel, la structure des échantillons produits par expérience en diffère cependant.

Au voisinage de la graisse renflée en anticlinal, les couches supérieures l'entourent de toutes parts et ne viennent pas buter contre le noyau.

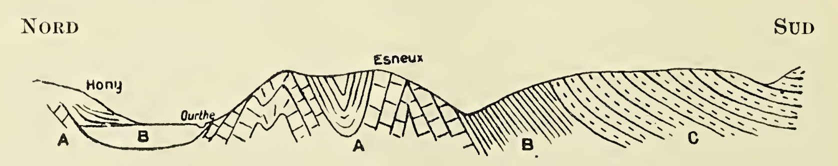
Cependant, en réexaminant quelques témoins d'expériences faites avant 1914, nous avons pu constater un étirement des couches à proximité du noyau central.

D'autre part, quand on réalise l'expérience, la partie supérieure du sable, à l'intérieur duquel on comprime l'argile, se soulève uniformément par un léger bombement et, en considérant la surface supérieure, l'on ne se douterait guère de l'exagération de l'allure anticlinale de l'argile située en dessous.

D'accord avec M. Fourmarier, nous nous proposons donc de reprendre nos expériences en travaillant avec une série de couches de sable différemment colorées, ayant confiance d'arriver ainsi à reproduire les plis diapirs dans leur détail.

Nous étudions, avant d'effectuer ces essais, des systèmes de consolidation du sable qui permettront de conserver intacts les résultats obtenus.

Nous croyons donc que les plis diapirs sont dus à des différences de plasticité des couches soumises aux compressions sans devoir faire appel, pour les expliquer, à des sous-poussées en profondeur. Relativement à l'allure des couches de sel il semble probable que cette substance était plus facilement déformable que les couches qui la contenaient. Cependant, des allures comparables aux plis diapirs peuvent avoir eu pour origine des noyaux anticlinaux moins déformables que les couches environnantes. Si l'on reporte sur une coupe les allures rencontrées dans une course de Méry à Esneux, on obtient la coupe suivante (1) dessinée aussi fidèlement que possible :



L'allure indiquée est bien voisine du pli diapir, type figuré

(1) La partie sud du diagramme est extraite du compte rendu de la Session extraordinaire de la *Société géologique de Belgique* à Esneux en 1892. *Ann. Soc. géol.*, t. XXII, pl. VI ; la partie nord a été complétée par M. Fourmarier.

par Mrazec. Elle est due selon nous à la plasticité des schistes (qui se renflent vraisemblablement dans le synclinal) par rapport aux calcaires dévoniens sous-jacents et aux psammites qui les recouvrent.

M. **Fourmarier** fait ressortir le grand intérêt que présente la conférence de M. Lohest ; si la tectonique des régions pétrolifères présente des caractères spéciaux, il faut en trouver la raison dans leur constitution lithologique particulière.

2. M. **Ch. Fraipont** fait une communication : *Application de la radiographie à l'étude des ossements fossiles.*

La séance est levée à midi.

AVIS

La *Société Géologique de Belgique* a créé, en dehors de ses *Annales*, une publication nouvelle :

LA
REVUE DE GÉOLOGIE ET DES SCIENCES CONNEXES

Cet organe est destiné à fournir une documentation bibliographique très étendue en matière de sciences minérales et à nous rendre indépendants des publications documentaires allemandes.

La collaboration de spécialistes de toutes les parties du monde a été obtenue. Un développement spécial sera accordé aux rubriques de science appliquée : Matières exploitables et Géologie appliquée, Cartes, etc.

Les membres de la *Société Géologique* et les Sociétés qui échangent leurs publications avec elle, sont vivement invités à collaborer à ce nouvel organe et à lui donner l'appui de leur souscription.

Table des Matières

Publication trimestrielle

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME XLIV. — 2e LIVRAISON

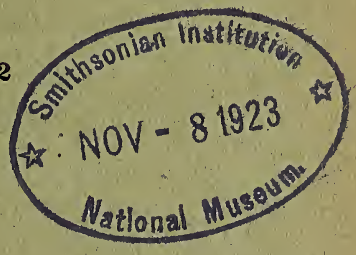
Bulletin : feuilles 9 à 11.

Mémoires : feuilles 5 à 8.

Planches II à IV.

---

31 JANVIER 1922



LIÉGE

IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE

4, Place Saint-Michel, 4

—

1922

Prix des publications.

Le prix des publications de la Société est établi comme suit .

G. DEWALQUE. Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie, de paléontologie, ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique		frs. 3.00
Sur la probabilité de l'existence d'un nouveau bassin houiller au nord de celui de Liége et questions connexes, 4 planches.		frs. 10.00
La houille en Campine, 1 planche.		frs. 3.00
Etude géologique des sondages exécutés en Campine et dans les régions avoisinantes, 17 planches		frs. 25.00
Question des eaux alimentaires, 2 planches		frs. 5.00
G. DEWALQUE. Carte tectonique de la Belgique et des provinces voisines		frs. 2.00
Annales, tomes I à V, IX, X, XVII,	chacun	frs. 2.00
tomes XIII à XVI,	chacun	frs. 3.00
tomes XI et XII,	chacun	frs. 5.00
tomes VIII et XVIII,	chacun	frs. 7.00
tomes VII, XIX à XXII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXXI et XXXII,	chacun	frs. 15.00
tomes VI, XXIII, XXV, XXVI, XXVII; 3e livr. du tome XXX tomes XXXIII, XXXV, XXXVI et XXXVIII,	chacun	frs. 20.00
tomes XXX, XXXIV, XXXVII et XXXIX,	chacun	frs. 30.00
tome XL,		frs. 40.00
tomes XLI, XLII et XLIII		frs. 45.00
Publications Congo, année 1911-1912,		frs. 10.00
année 1912-1913,		frs. 20.00
année 1913-1914,		frs. 30.00
Bibliographie du bassin du Congo,		frs. 10.00
année 1918-1919,		frs. 20.00
année 1919-1920,		frs. 15.00
Mémoires in-4°, tome I,		frs. 30.00
tome II,		frs. 11.00

Les tomes VI, XXIII, XXV, XXVII, XXXIV et XXXVII ne seront plus vendus séparément sans l'autorisation du Conseil.

Il est accordé une remise de 25 % aux membres de la Société.

En outre, certaines livraisons dépareillées pourront être fournies à des prix très réduits à fixer par le Conseil.

Séance extraordinaire du 14 janvier 1921

Présidence de M. J. CORNET, *président*

M. Ch. STEVENS *remplit les fonctions de secrétaire*

La séance est ouverte à 16 heures dans la bibliothèque du laboratoire de géologie de l'Ecole des Mines, à Mons.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire du 17 décembre 1921 est approuvé.

Correspondance. — M. F. **Delhaye** fait excuser son absence.

Communications. — 1. M. L. **de Dorlodot** expose le contenu d'une *Note sur la roche éruptive d'Issanghila*, qui paraîtra dans les *Publications relatives au Congo belge.*

2. MM. J. **Cornet** et Ch. **Stevens** mettent sous les yeux de l'assemblée une carte au 20.000^{e}, montrant les courbes de niveau de la surface des terrains primaires dans la région comprise entre Mons et l'Escaut. L'équidistance des courbes est de 10 mètres. Les auteurs, après avoir parlé des documents sur lesquels repose leur travail et des procédés d'exécution, appellent l'attention sur les particularités que leur carte met en évidence : la grande *vallée précrétacique*, avec ses *cuves* et les vallées affluentes, etc. Ils citent les causes que l'on peut invoquer pour expliquer ce relief si particulier et dont aucune ne semble devoir être exclue : érosion, influence de la tectonique ou de la résistance des terrains, mouvements posthumes, etc.

Présentation d'échantillons. — 1. M. L. **de Dorlodot** présente une série d'échantillons de roches et des plaques minces relatifs à sa communication.

2. M. **Racheneur** présente des échantillons de schistes fossilifères provenant d'un niveau marin qu'il vient de découvrir

au toit d'une layette de 6 centimètres d'épaisseur recoupée à la distance de 150 mètres par le bouveau sud à l'étage de 1150 mètres du puits n° 10 de Grisoeuil, de la Compagnie des Charbonnages Belges, à Pâturages. Cette layette, inclinée de 22° au sud, est surmontée d'un banc à fossiles animaux de 2 m. 70 d'épaisseur, constitué par un schiste zonaire.

Les fossiles que ce niveau a montrés jusqu'ici sont : *Lingula mytiloïdes* Sow., *Productus carbonarius* de Kon., *Nucula attenuata* Fleming, *Sanguinolites*, épines de *Productus*. M. Racheneur fait remarquer que ces fossiles se rencontrent parmi ceux que lui a donnés le niveau marin de Petit-Buisson, tandis que le niveau de la 21e couche du puits n° 28 du Produits est constitué seulement de *Lingula mytiloïdes* et de *Productus carbonarius*. Une étude sur le niveau marin de Grisoeuil paraîtra prochainement.

3. M. **J. Cornet** présente deux ammonites provenant de la partie supérieure de la Meule de Bernissart : *Acanthoceras cenomanense* récolté au puits des Charbonnages du Hainaut, à Hautrage, et *Acanthoceras Mantelli* rencontré dans une carotte du sondage n° 9 des charbonnages d'Hensies-Pommerœul, à Hensies. Ces fossiles indiquent le cénomanien inférieur.

La séance est levée à 18 heures.

Séance ordinaire du 16 janvier 1921

Présidence de M. Lohest, *vice-président*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

M. J. Cornet, président, retenu à Mons, fait excuser son absence.

Approbation du procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance est approuvé.

Admission de membres effectifs. — Le Conseil a admis en cette qualité, MM. :

Polinard, Edmond, ingénieur à la Société forestière et minière du Congo, à Tshikapa (Kasaï), Congo belge. (Adresse pour cotisations : 42, rue Lano, à Pepinster. Adresse pour les publications : 66, rue des Colonies, à Bruxelles. Faire suivre en Afrique), présenté par MM. Lohest et De Rauw.

Hol, Mlle J.-B.-L., assistant à l'Institut géographique, Wolvenstraat, 14, à Utrecht (Hollande), présentée par MM. Klein et Lorié.

Henning, Frédéric, ingénieur, 18, rue Saint-Maur, à Liége, présenté par MM. Esseling et Martens.

Lebrun, Frédéric, ingénieur, rue Albert de Cuyck, à Liége, présenté par MM. Martens et Fourmarier.

Karpoff, Boris, ingénieur, rue de la Comète, 12, à Bruxelles, présenté par MM. Anthoine et André Gérard.

De Leener, Robert, ingénieur, rue Terre-Neuve, 96, à Gand, présenté par MM. Anthoine et André Gérard.

Michel, Emile, conducteur de travaux, chaussée de Glain, 18, à Glain, présenté par MM. R. Anthoine, et Kervyn de Meerendre.

Leclercq, Fernand-Fr.-J., ingénieur des mines de Liége et électricien, 23, rue Vilain XIV, à Bruxelles, présenté par MM. R. Anthoine et J. Dubois.

Regnard, Marius, ingénieur des mines et électricien, rue de Wasmes, 8, à Hornu, présenté par MM. Anthoine et J. Dubois.

Smolensky, Serge, ingénieur, 83, rue de Liedekerke, à Bruxelles, présenté par MM. R. Anthoine et A. Dumont.

Felsenhart, Pierre, ingénieur, rue de Lincoln, 53a, à Uccle-Bruxelles, présenté par MM. R. Anthoine et Emile Braive.

Solvyns, André, ingénieur, 77, chaussée de Charleroi, à Gand, présenté par MM. Anthoine et M. Frenay.

Puffet, Albert, conducteur de travaux, 42, rue J. Wellems, à Woluwe-Saint-Pierre, présenté par MM. R. Anthoine et E. Braive.

Fages, Georges, 46, rue Simonis, à Bruxelles, présenté par MM. Anthoine et M. Frenay.

La *Société méditerranéenne minière et géologique*, 6, rue Joseph Dupont, à Bruxelles, présentée par MM. L. Mercier et R. d'Andrimont.

Admission d'un membre protecteur. — Le Conseil a admis en cette qualité :

La Société civile des Charbonnages de Fond-Piquette, à Vaux-sous-Chèvremont, présentée par MM. M. Hallet et P. Fourmarier.

Présentation de membre effectif. — Le Président annonce la présentation d'un nouveau membre.

Décès. — Le Président fait part du décès de M. Louis Blum, membre effectif.

La *Société de Recherches minières de Lobbes*, informe du décès de M. Léon Duquesne, son administrateur-délégué. (*Condoléances*).

Impressions. — Le Secrétaire général donne lecture d'une lettre de l'Imprimerie Vaillant-Carmanne informant la *Société géologique* de ce que, malgré une nouvelle hausse des salaires, les prix d'impression ne seront pas augmentés provisoirement. Toutefois, l'imprimeur ne peut consentir à ce sacrifice que s'il trouve chez les auteurs une collaboration dévouée, en rédigeant leurs manuscrits avec un soin minutieux, en ayant à cœur de soigner l'écriture chaque fois qu'il leur sera impossible de les dactylographier.

Le Secrétaire général insiste vivement auprès des membres qui publient des travaux dans les *Annales* pour qu'ils veuillent bien prendre cette demande en sérieuse considération, dans l'intérêt de la Société.

Correspondance. — MM. Anten et Anthoine font excuser leur absence.

La *Société géologique et minéralogique de Bretagne* remercie la Société d'accepter l'échange avec ses publications.

La *Fédération belge des Sociétés de Sciences mathématiques, physiques, chimiques, naturelles, médicales et appliquées*, fait parvenir les procès-verbaux résumés des deux dernières séances tenue par le Conseil Général en 1920.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau ; des remercîments sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS

Henderson, J. et Ongley, M. — The geology of the Gisborne and Whatatutu subdivisions, Raukumara division. *New Zealand Dep*[t] *of Mines. Geolog. Survey Branch*, Bull. n° 21 (New Series). Wellington, 1920.

Lacroix, A. — Notice historique sur Albert Auguste de Lapparent. *Institut de France. Acad. des Sciences.* Paris, 1920.

Limanowski. — Géologie de Taormina (*Soc. Vaudoise des Sciences naturelles*, 1908).

Lugeon, Maurice. — Sur la géologie des préalpes internes aux environs des Plans de Frenières (*Soc. Vaudoise des Sciences naturelles*, 1919).

— Sur le lambeau de recouvrement du sommet des Diablerets (*Ibidem*, 1919).

— Sur le sidérolithique des Hautes Alpes calcaires occidentales (*Ibidem*, 1917).

— Sur les inclusions du substratum cristallin du trias des massifs hercyniens (*Ibidem*, 1917).

— Sur quelques charbons d'âge non carbonifère de la vallée du Rhône valaisan. (*Ibidem*, 1918).

— (avec Henri Sigg). — Sur le charbon des couches à *mytilus* en aval de Vuargny sur Aigle (Vaud). (*Ibidem*, 1918).

— Sur l'inexistence de la nappe de Augsmatthorn (*Ibidem*, 1916).

Lugeon, Maurice. — Nouveau mode d'érosion fluviale (*Ibidem*, 1913).

— Sur l'éboulement de Sierre (Valais) (*Ibidem*, 1910).

— Sur quelques faits nouveaux des Préalpes internes (*Ibidem*, 1910).

— Excursion géologique dans les Hautes Alpes calcaires berno-valaisanes (*Ibidem*, 1909).

— Le glacier karstique de la Plaine-Morte (*Ibidem*, 1909).

— La fenêtre d'Andon (*Ibidem*, 1908).

— Tectonique des Préalpes internes (*Ibidem*, 1908).

— La zone des cols et la géologie de Chamossaire (*Ibidem*, 1908).

— La fenêtre de Saint-Nicolas (*Ibidem*, 1907).

— (avec Henri Sigg). — Observations géologiques et pétrographiques dans la Chalcidique orientale (*Bull. labor. géol. etc. Univ. de Lausanne. Bull.* n° 22, 1917).

— (Idem). — Sur quelques roches éruptives de la Caroline du Nord (*Ibidem*, n° 25, 1918).

— Bélemnites et radiolaires de la Brèche du Chablais (*Eclogae geolog. Helvetiae*, vol. VIII, 1905).

— 2me communication préliminaire sur la géologie de la région du Sanetsch et de la Kander (*Ibidem*).

— Anciens thalwegs de l'Aar dans le Kirchet près Meiringen (*Ibidem*, vol. VI, 1900).

— Sur le nummulitique de la nappe du Wildhorn entre le Sanetscher et la Kander (*Ibidem*, vol. X, n° 6).

— Sur la tectonique de la nappe de Morcles et ses conséquences (*Ibidem*, vol. XII, n° 12).

— Recherches dans le massif de la Dent de Morcles (*Ibidem*, vol. XIV, n° 1).

— Sur l'origine des blocs exotiques du flysch préalpin (*Ibidem*, vol. XIV, n° 2).

— Quelques mots sur le groupement de la population du Valais (*Etrennes helvétiques* pour 1902, Lausanne).

— Sur la topographie vaudoise (*Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e période, t. III, 1897), Genève.

— (avec Nicolas Oulianoff). — Sur la géologie du massif de la Croix-de-Fer (*Inst. de France. Comptes rendus acad. des Sciences*, t. 711, 1920).

Lugeon, Maurice (avec Gerhard Henny). Sur la zone de Canavese et la limite méridionale des Alpes (*Ibidem*, t. 160, 1915).

— Sur la coloration en rose de certaines roches du massif des Aiguilles-Rouges (*Ibidem*, t. 162, 1916).

— Sur l'ampleur de la nappe de Morcles (*Ibidem*, t. 159, 1914).

— Sur la présence de bandes calcaires dans la partie suisse du massif des Aiguilles-Rouges (avec Elisabeth Jérémine), (*Ibidem*, t. 156, 1913).

— Sur les relations tectoniques des préalpes internes avec les nappes helvétiques de Morcles et des Diablerets (*Ibidem*, 1900).

— (avec Emile Argand). Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la région du Piémont (*Ibidem*, 1905).

— Sur les grandes nappes de recouvrement de la région du Piémont (*Ibidem*, 1905).

— La chanson du moine Thrust (Lausanne, 1913).

— Les grandes nappes de recouvrement des Alpes suisses (*Congrès geol. Intern.* IXme Session. Vienne, 1904).

— Sur la zone des cols dans la région de la Lenck et Adelboden (*Soc. géol. de France, Bull.*, 4me série, t. VI, 1906).

— Notice sur Eugène Renevier (*Ibidem*, t. VII, 1907).

— Rapport sur l'attribution du prix Fontannes pour 1913 (*Ibidem*, 1913).

— Rapport sur l'attribution de la médaille Albert Gaudry à M. Emile Haug (*Ibidem*, 1914, n° 7).

— Jean Boussac. Notice nécrologique (*Ibidem*, t. XVII, 1917).

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. Renier, Ledouble et Fourmarier sur le travail de M. R. Cambier : *Etude sur les failles du bassin houiller belge dans la région de Charleroi.* Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'Assemblée ordonne l'impression de ce travail dans les mémoires, avec les

planches qui l'accompagnent ; elle ordonne également l'impression des rapports.

Communications. — 1. M. **E. Humblet** expose la teneur d'un mémoire intitulé : *Sur les couches inférieures des plateaux de Herve : leurs relations stratigraphiques et tectoniques avec le bassin de Liége.*

Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. Renier, Fourmarier et Humblet.

Le **Président** félicite M. Humblet de la façon remarquable dont il a traité la question du raccord entre les couches de houille exploitées dans le bassin de Liége.

Il désigne MM. Ledouble, Renier et Fourmarier pour faire rapport sur ce travail.

2. M. A. **Renier,** au nom de M. le Directeur Général des Mines, présente à la Société un exemplaire de la feuille n° 175 (Hastière-Lavaux-Dinant) de la Carte géologique au 40.000^e, dressée par ordre du Gouvernement. Cette feuille synthétise les recherches originales, si longues et si patientes, de MM. H. de Dorlodot et F. Kaisin. Sa publication marque la clôture de la première édition de la Carte géologique du territoire national (Cercles d'Eupen et de Malmédy exceptés). L'œuvre, entreprise en 1890, se trouve ainsi achevée, grâce au concours d'un important groupe de collaborateurs, dont la liste a pu heureusement être détaillée en bonne place sur la Carte au 160.000^e que l'Institut cartographique militaire a fait construire et a éditée sur la base de cette première édition de la Carte détaillée.

Le **Président** prie M. Renier de transmettre à M. le Directeur Général des Mines les remercîments de la *Société géologique de Belgique.*

3. Le **Secrétaire Général** donne lecture, au nom des auteurs, des deux notes suivantes :

Note sur la composition chimique des niveaux anthraciteux du Coblencien inférieur de la vallée de la Sambre

PAR

R. Anthoine

J'ai signalé autrefois à la *Société Géologique de Belgique*, l'existence d'une couche d'anthracite dans le Dévonien inférieur à Landelies (1).

Par après, les sondages et les études entreprises sur le terrain par M. J. Dubois (2) et par moi-même (3) ont démontré qu'il s'agissait d'un niveau à poissons (Pteraspis).

Cet horizon est toujours en relations avec le niveau des grès de Landelies ou son équivalent que j'ai signalé dans la vallée de la Samme, au Sud de Binche.

Rappelons que ce niveau se trouve à la partie supérieure du Taunusien ou Coblencien inférieur.

Nous avons eu l'occasion récente d'avoir en main l'analyse de l'anthracite qu'on trouve interstratifiée à cet étage. Nous croyons intéressant à titre documentaire d'en communiquer les résultats :

Humidité	2,6	%
Matières volatiles	4,82	
Soufre	0,45	
Cendres	79,80	
Pouvoir calorifique	1705 cal.	

La composition des cendres est la suivante :

Silice	73,83	%
Phosphore	0,17	
Alumine	21,55	

(1) R. Anthoine et M. Tetiaeff. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XXXVIII, *Bull.*, p. 331.

(2) J. Dubois. Voir note présentée à ce sujet à la séance extraordinaire de Charleroi, mai 1919.

(3) R. Anthoine. Observations sur le bord nord du bassin de Dinant entre les méridiens d'Acoz et de Binche. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XLII, *Mémoires*.

Note sur la structure tectonique de la partie occidentale de l'avant-pays de la Cordillère bétique

PAR

RAYMOND ANTHOINE ET RENÉ D'ANDRIMONT

Nous avons saisi l'occasion récente d'un voyage en Espagne pour examiner une partie des nappes de recouvrement signalées par M. le professeur Gentil dans la province de Cadix (1).

En particulier, nous avons visité les régions pétrolifères de Villamartin, Arcos de la Frontera et Lebrija, dont M. Juan Gavala a donné une description détaillée en 1916 (2).

Les localités indiquées ci-dessus appartiennent à la partie occidentale de l'avant pays de la Cordillère bétique.

On sait que c'est dans la partie orientale de cet avant-pays que René Nickles (3) a signalé l'existence de nappes de charriage à grande allure.

Par la suite, Robert Douvillé (4) a montré que dans la partie centrale la même tectonique subsistait.

Dans la partie occidentale, nous n'avons pas remarqué la présence de nappes de recouvrement. Cependant, nous avons enregistré l'existence de plis à noyaux de percement dénommés « dyapirs » par notre ami M. Mrazec, directeur du Service géologique en Roumanie.

Si dans ce pays les noyaux de ces plis sont formés par du sel compact, en Andalousie ils sont constitués par du trias à facies lagunaire. Ce terrain est composé d'une série de couches dures,

(1) Sur l'existence de grandes nappes de recouvrement dans la province de Cadix.
Sur l'extension, en Andalousie, des nappes de recouvrement de la province de Cadix.
Sur l'origine des nappes de recouvrement de l'Andalousie.
Sur l'âge des nappes de recouvrement de l'Andalousie et sur leur raccordement avec les nappes prérifaines.
Sur les dépôts néogènes du détroit Nord-Bétique.
Sur le synchronisme des dépôts et des mouvements orogéniques dans les détroits Nord-Bétique et Sud-Rifain.

(2) Regiones petroliferas de Andalucia (*Bul. Instituto geologico de España*, t. 17, 1916, 211 pp., 2 cartes en couleur, 1 planche de coupes).

(3) *Comptes-rendus Académie des Sciences*, t. 134, 1902, p. 493 et *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, t. 4, 1904, pp. 211-247.

(4) Esquisse géologique des Préalpes subbétiques (partie centrale), thèse de doctorat. Paris, 1906.

comprenant des calcaires noirs en petits bancs, des grès à Equisetum, des calcaires marneux et du gypse.

L'ensemble de ces roches forme des anticlinaux déversés vers le Nord. Ces plis sont fracturés. Leurs bords sont en contact par failles très redressées avec les terrains tertiaires, dont les différentes couches viennent se terminer en biseau contre celles du trias.

Les plis dyapirs de l'Andalousie sont identiques comme structure à ceux que nous avons pu observer en Roumanie sous la conduite de M. Murgoci, professeur de géologie à Bucarest.

A Villamartin, le sroches du trias au pourtour du pli dyapir se montrent dérangées et mêlées à des fragments de roches étrangères arrachés en profondeur aux couches du substratum traversé.

Le même phénomène se remarque en Roumanie, car le pourtour des massifs de sels formant le centre des plis Dyapirs est souvent jalonné à la surface par des fragments de poudingue de l'étage burdigalien amenés au jour par l'ascension du massif de sel.

Les plis dyapirs représentent pour nous des nappes de charriage arrêtées peu après leur départ. Enregistré comme tel, ce phénomène résulte d'un effort tectonique se développant sans surcharge.

Les nappes charriées des Alpes, des Carpathes, de l'Albanie, de l'Afrique du Nord et de l'Andalousie se sont avancées sur des terrains relativement récents, sans rencontrer au-devant d'elles une résistance bien considérable.

Si on se rapporte aux travaux de Douvillé et Nickles on peut penser que les nappes dont ils ont fait mention dans la partie centrale et orientale de l'avant-pays de la Cordillère bétique commencent à se marquer dans la partie occidentale par la présence de plis dyapirs.

Bruxelles, le 11 janvier 1921.

5. M. **Ch. Fraipont** annonce la découverte, dans le gisement à tortues et crocodiles de Vinalmont, d'une dent de *Phenacodus* qui vient confirmer l'âge éocène que M. Fourmarier attribuait à ce gîte dans une note à la Société géologique de Belgique, en collaboration avec P. Destinez (*Bull.* t. XXXVIII, 1911).

La séance est levée à midi et demie.

Séance extraordinaire du 17 janvier 1921

Présidence de M. VRANCKEN, *membre du Conseil*

La séance est ouverte à 15 heures, à l'Université du Travail, à Charleroi.

Communications. — 1. M. **H. Harsée** fait la communication suivante :

Note sur des troncs debout du terrain houiller

PAR

H. HARSÉE

I. — On exécute, en vue d'agrandir la station de Ransart, des travaux de déblai dans le terrain houiller.

Sous une mince couche de terre arable, on trouve de l'argile passant rapidement à du schiste houiller, désagrégé d'abord, puis intact.

A 400 mètres environ au N.N.E. du bâtiment des recettes, dans le talus, on a mis à découvert les restes de deux troncs d'arbres.

L'allure des terrains est représentée par les figures 1 et 2. La première est une vue de face du talus, la seconde, une coupe verticale passant par la souche *b* et perpendiculaire à la direction des bancs. Ceux-ci ont une inclinaison de 15° et sont dirigés presque parallèlement au pied du talus, tout au moins dans la région où sont les troncs.

Entre la partie supérieure du mur 1, nettement caractérisé par les nombreuses radicelles qu'il contient, et le schiste où l'on trouve des végétaux indiquant un toit, il existe une passée charbonneuse, lenticulaire 2, dans laquelle on voit, là où elle a conservé sa puissance primitive, la structure d'un charbon pur ; au reste, un peu plus au S.S.E. elle se présente en dressant avec tous ses caractères.

A la base du mur 1, il existe une seconde passée 3 de $0^{m},02$ à

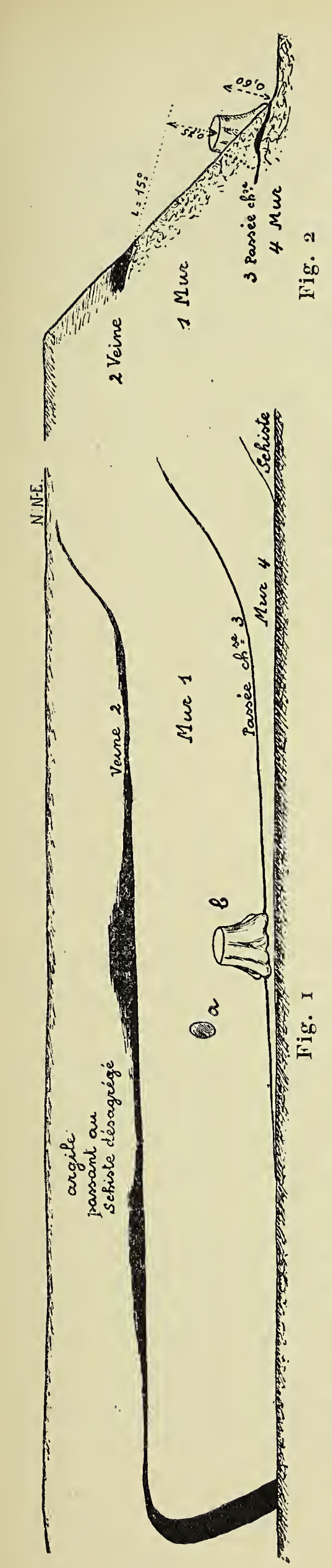


Fig. 2

Fig. 1

$0^m,03$ de charbon terreux reposant sur un mur schisteux 4 plus noir que le précédent et plus riche en radicelles et en stigmarias. Il se termine par une « fourrure » noire qui le sépare d'un schiste micacé à végétaux assez abondants.

Le premier tronc, *a*, est marqué par sa trace elliptique sur le plan du talus. Sa section normale à l'axe a un diamètre de $0^m,30$; elle est circulaire.

L'écorce se présente sous la forme d'une gaîne schisto-charbonneuse de $0^m,004$ à $0^m,005$ d'épaisseur. Son aspect semble indiquer que ce tronc doive être rangé dans le groupe des sigillariées. Le remplissage de la gaîne corticale est constitué par un schiste micacé identique au mur environnant, mais paraissant moins riche en radicelles.

Le deuxième tronc est plus intéressant. C'est une véritable souche. Nous l'avons représenté dans sa forme générale en *b* sur les figures 1 et 2. Il a été dégagé sur la plus grande partie de son pourtour.

La section supérieure, subcirculaire, a $0^m,50$ de diamètre. La base, beaucoup moins régulière, peut être inscrite dans une circonférence de $0^m,80$ de diamètre. On y voit nettement les renflements qui devaient se prolonger par de gros stigmarias permettant à cet arbre de grande taille de s'appuyer sur le sol.

La hauteur de la souche est de $0^m,60$.

Nous avons été averti trop tard de cette découverte pour pouvoir aller constater si le tronc ne se prolongeait pas vers le haut. Le chef terrassier nous a affirmé qu'il n'en était rien ; la souche,

nous a-t-il dit, a été trouvée telle que nous l'avons vue. Elle repose sur le mur 4, dont elle est séparée par la passée 3, qui, à cet endroit, est formée d'argile détritique, schisteuse, grise, contenant une substance blanchâtre amorphe (pholérite ?) et de schiste noir, charbonneux, délité.

Il semble que, sous la souche, la passée se relève ainsi que nous l'indiquons sur la figure 2.

Nous n'avons pas rencontré les puissants stigmarias qui devaient donner une base d'assise au tronc. Ils ont été vraisemblablement englobés dans la passée schisto-charbonneuse.

Le noyau pierreux est séparé de la roche qui l'entoure par une gaine argilo-charbonneuse. Il ne nous a pas été possible de trouver une trace d'empreinte corticale nous permettant de classer ce tronc ; tout au plus pouvons-nous admettre qu'il doive être rangé parmi les Lycopodinées.

La roche qui constitue la souche est un schiste gris noir, micacé, lardé de radicelles, moins nombreuses, semble-t-il, que dans la masse environnante.

Les deux troncs *a* et *b* sont presque normaux au plan de stratification.

De ci de là on retrouve dans le mur 1 des stigmarias, pétrifiés avant d'avoir pu être soumis à l'écrasement provoqué par le poids des sédiments.

L'étude de l'allure du gisement nous a permis d'établir que la veine 2 est située dans le voisinage de la couche Dix-Paumes.

II. — Dans la partie est de la concession d'Appaumée-Ransart (Houillères-Unies), à 4 mètres environ en stampe normale au-dessus de la couche Petite Masse (ou Huit Paumes), voisine de la précédente, se trouve un veiniat de quelques centimètres de puissance.

Le toit de la couche est un schiste psammitique gris clair qui, en s'écartant de la veine, montre des radicelles de plus en plus nombreuses. C'est le sol de végétation où s'est établie la forêt dont les plantes, effondrées sur place, ont formé le veiniat.

Une galerie creusée dans cette stampe a rencontré six troncs d'arbres debout échelonnés sur une longueur de 35 mètres.

Tronc n° I. — Les bouveleurs nous en ont signalé l'existence, mais nous n'avons pas pu le retrouver.

Tronc n° II. — Il sort du sol à la paroi nord et traverse la galerie de part en part.

Il dévie légèrement (10°) de la normale au plan de la stratification.

Sa section elliptique, de $0^m,33$ sur $0^m,42$ dans le bas, va en diminuant vers la partie supérieure de la voie où, brusquement, le tronc s'infléchit assez fortement sans toutefois qu'il paraisse y avoir eu rupture de l'arbre.

Le noyau pierreux est entouré d'une gaine d'un charbon très brillant de $0^m,003$ à $0^m,004$ d'épaisseur, isolée de la roche extérieure par un dépôt schisteux de $0^m,002$ montrant les coussinets foliaires d'un lepidodendron, d'une façon très nette.

Le remplissage est de même nature que la roche avoisinante.

Tronc n° III. — Comme le précédent dont il est éloigné de 20 mètres, il apparaît au niveau du sol à la paroi nord ; sa section, elliptique d'abord, de $0^m,28$ sur $0^m,33$, devient presque circulaire à la partie supérieure de la galerie, où son diamètre est de $0^m,20$.

Il s'écarte de 12° environ de la normale au plan de la stratification. Alors que le tronc décrit sous le n° II a une tendance à pencher vers l'Ouest, celui-ci, au contraire, est incliné légèrement vers l'Est.

L'écorce est représentée par une gaine de charbon très pur, à cassure conchoïdale et à éclat très brillant, de $0^m,005$ d'épaisseur. Elle ne permet pas de déterminer dans quel groupe des Lycopodinées il faut ranger cet arbre.

La roche englobant le tronc est un schiste psammitique riche en débris végétaux.

Le noyau pierreux est de la même nature, mais la roche qui le constitue contient des radicelles, des « clous », ne montre aucune stratification et donne l'impression d'un remplissage, non point celle d'un dépôt. On y trouve même quelques tiges de $0^m,015$ à $0^m,020$ de diamètre, pétrifiées avant d'avoir subi l'effet du tassement et dont l'écorce est conservée sous la forme d'une mince bande charbonneuse.

L'écorce du tronc semble avoir été déchirée transversalement sur une longueur de quinze centimètres et la région située au-dessus de cette fissure s'est légèrement affaissée sur la partie inférieure.

Tronc n° IV. — Ce tronc se trouve près de celui que nous avons décrit sous le n° II. Il a été rencontré sur la paroi sud de la galerie. Il est entouré de schiste psammitique riche en radicelles, et son noyau pierreux lui-même est fait de la même roche. L'écorce a disparu. Ses dimensions, relevées au sol de la galerie, sont de $0^m,50$ sur $0^m,60$.

L'arbre se présente presque normalement au plan de la stratification.

Tronc n° V. — Il a été mis à découvert dans le voisinage du n° III, mais à la paroi sud de la galerie. Comme, en cet endroit, nous touchons de près au veiniat de Huit-Paumes, il est naturel que la roche à l'extérieur et à l'intérieur du tronc ait les caractères d'un mur. Celui-ci est schisto-psammitique.

Dans le remplissage du tronc, outre des radicelles et des stigmarias pétrifiés, nous avons rencontré des cordaïtes.

Il est de section presque circulaire ; son diamètre, au sol de la galerie, est de $0^m,50$.

Il dévie très peu de la normale au plan de la stratification.

Tronc n° VI. — Il est également assez rapproché du tronc n° III et se trouve plus près encore du veiniat que le tronc n° V ; cela explique le caractère plus accentué de mur que présentent la roche englobante et le noyau. Ici encore nous trouvons dans celui-ci des cordaïtes au milieu de radicelles et de stigmarias.

Pas plus que pour le précédent nous ne pourrions dire à quel groupe de Lycopodinées cet arbre appartient.

Son diamètre, au sol de la galerie, est de $0^m,55$.

Les troncs n^{os} V et VI viennent s'arrêter au veiniat. Nous n'avons pu constater ce fait pour les autres troncs, ceux-ci s'enfonçant dans le « toit » de la galerie là où le veiniat n'est pas mis à découvert.

III. — Les troncs rencontrés dans la galerie d'Appaumée émergent tous du sol de la voie. Ils s'y présentent sous une forme régulière n'ayant aucune ressemblance avec des « souches » comme nous en trouvons d'ordinaire à la base des arbres.

Celà nous porte à croire que le point d'appui de ces troncs devait

être plus bas ; pas beaucoup plus bas, cependant, si l'on tient compte des dimensions déjà assez fortes des parties mises à découvert.

Tous sont presque normaux au plan de la stratification. Les légères différences constatées sont facilement explicables, par suite du tassement des dépôts.

On est conduit tout naturellement par ces faits à admettre que ces troncs sont des vestiges restés en place de la forêt houillère dont les plantes enfouies ont donné naissance à la couche Huit-Paumes. C'est là une hypothèse que seule la rencontre de l'appareil radiculaire de ces troncs pourrait permettre de vérifier.

Des deux troncs debout décrits dans le § I, le premier ne donne pas lieu à des constatations intéressantes ; le second repose par sa base, sans contestation possible, sur le sol de végétation de la passée 3.

On ne peut invoquer la découverte de troncs debout comme une preuve « évidente » de la formation de la houille sur place ; nous avons rencontré, en effet, à différentes reprises, des troncs dans la stampe pierreuse, loin de toute veine et de tout sol de végétation; presque toujours leur position était très redressée par rapport au plan de la stratification. Mais si, comme cela se présente d'ordinaire, les troncs debout ont été charriés par flottage, il n'en est pas moins vrai que l'on peut en trouver d'autres « in situ ».

Il nous a paru intéressant de signaler ceux que nous avons rencontrés et surtout la souche de la station de Ransart, dont l'autochtonie nous semble être indiscutable.

Ransart, le 17 janvier 1921.

Cette note donne lieu à un échange de vues entre MM. Renier et Harsée concernant le mode de formation de la houille. L'auteur de la note présentera à la prochaine séance les échantillons d'écorces de végétaux houillers qu'il a recueillis.

2. M. **A. Renier** donne connaissance de la note ci-après :

Contributions à l'étude stratigraphique du bassin houiller de Charleroi

Trois gîtes nouveaux du niveau marin sous la couche Duchesse

PAR

ARMAND RENIER

M. R. Cambier a, en 1906, découvert dans le massif dit du Poirier, au puits n° 12 des Charbonnages Réunis de Charleroi, à Charleroi, à 6 mètres environ en stampe normale sous la couche Duchesse, un horizon fossilifère renfermant de nombreuses coquilles bivalves de *Lingula* (1).

Malgré l'intérêt que présente la rencontre d'une faune marine à pareille hauteur dans l'assise de Charleroi, le gîte est jusqu'ici resté unique dans le district de Charleroi.

C'est pourquoi je crois intéressant de signaler trois points où j'ai reconnu ce niveau marin.

1° *Charbonnage de Marcinelle-Nord.* Siège Blanchisserie n° 5, à Marcinelle. Etage à 500 mètres. Bouveau nord : Toit d'une veinette, d'inclinaison nord, recoupée au sommet d'un touret, à 350 m. au Nord du puits d'extraction et à 175 m. au Sud de la limite septentrionale de la concession. Schiste gris foncé, à rayure claire, compact, plus ou moins argileux, avec barres carbonatées et mouches de pyrite ; débris de plantes hachées menu ; rares coquilles, parfois valves entières, souvent débris de *Lingula mytiloides* Sowerby ; en outre, tubulations (*yeux*).

Ce niveau a été découvert en place par M. Edg. Stein, alors ingénieur en chef des Charbonnages de Marcinelle-Nord. Je le décris d'après les échantillons prélevés à sa diligence.

Les coupes minières indiquent que cette veinette est située au-dessus de Cinq Paumes, la couche exploitable immédiatement inférieure à Duchesse, qui a été recoupée par le touret à 40 mètres environ sous ce niveau à faune marine. La couche Duchesse n'a pas été recoupée en cet endroit ; mais elle l'est dans la concession du Poirier tout proche.

Ce gîte se trouve sur le prolongement méridional de celui décou-

(1) *Bull. Soc. belge Géologie*, t. XX, *Proc. verb.*, pp. 169-171.

vert aux Charbonnages Réunis de Charleroi. Il apporte cette précision que le niveau marin se trouve au toit immédiat d'une veinette, fait que M. Cambier n'avait pas observé.

2° *Charbonnages de Monceau-Fontaine.* Siège n° 8, à Forchies. Etage de 655 mètres. Bouveau nord de Cinq Paumes à Sainte-Barbe dans la méridienne du puits. Toit d'une veinette de $0^{m},32$ recoupée à $57^{m},70$ au Nord, soit environ à 30 mètres en stampe normale sous Cinq Paumes : Schiste argileux, gris violacé, pourri, recouvert d'enduits de soufre et de cristaux de gypse (altération), passant vers le haut à un schiste gris compact, à rayure claire, légèrement micacé, avec barres carbonatées ; nombreuses *Lingula mytiloides*, souvent entières, parfois bivalves ; la plupart de petite taille, exceptionnellement 10 mm. L'épaisseur du niveau marin est d'environ 10 à 15 millimètres.

Ce niveau a été découvert au cours d'une révision systématique des toits de toutes les veines et veinettes connues à ce siège, et dont des échantillons avaient été prélevés à la diligence de M. Bellon, ingénieur divisionnaire. Les caractères ont été vérifiés sur échantillons prélevés à nouveau, après la découverte du niveau marin.

La considération de la flore fossile confirme la définition de la zone déjà faite par le mineur. Le niveau en question appartient au faisceau des Ardinoises. Egalement situé dans le massif du Poirier, ce gîte se trouve à environ 10.5 kilomètres à l'Ouest des précédents.

Il en résulte que le niveau en question présente, selon toute vraisemblance, une continuité remarquable et constitue ainsi un horizon.

Certes, l'étude du massif du Poirier à l'Ouest de Forchies dans le district du Centre, n'a pas fourni au regretté H. Deltenre un seul échantillon de *Lingula* (¹). L'exploration serait donc à reprendre sur ce point.

3° *Charbonnages de Marcinelle-Nord.* Siège n° 10 (Cerisier). Etage de 523 mètres. Toit de la couche Cinq Paumes : Schiste fin argileux, à rayure brunâtre, plus ou moins grasse au contact de la veine, avec barres pyriteuses ; débris de plantes macérées et déchiquetées. Ecorces de *Stigmaria* ; nombreuses coquilles

(¹) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXIX, p. M 509.

souvent bivalves de *Lingula mytiloides* Sowerby ; débris de poissons : *Rhizodopsis* sp., *Pleuroplax affinis* Salter.

Ce niveau a été découvert en se basant sur ce caractère que les couches de houille, dont le toit renferme une faune marine, ont une teneur en soufre exagérée.

Le schiste du toit rognant à la veine, il a suffi d'examiner quelques déchets de laverie pour découvrir qu'il renfermait une faune marine. Un prélèvement d'échantillons fait dans les exploitations a confirmé pleinement les premières indications.

Ce gîte appartient au « Gisement supérieur de Marcinelle-Nord » ou groupe de Marcinelle, Smeysters 1880. Ce faisceau, jadis considéré comme le plus élevé de la série houillère du district de Charleroi, est tenu aujourd'hui comme devant se paralléliser avec celui connu dans les massifs les plus septentrionaux sur lesquels il se trouve charrié par la faille d'Ormont, voire par la faille de Chamborgneau.

Bien que l'étude paléontologique du groupe de Marcinelle soit encore loin d'être avancée, eu égard aux difficultés d'accès, les données floristiques me permettent cependant de conclure que le niveau marin en question se trouve approximativement au même niveau stratigraphique que la couche Duchesse, dont la flore, tout comme celle de Cinq Paumes sous Duchesse, est bien connue (1).

J'ai en effet rencontré dans la stampe avoisinant Cinq Paumes du faisceau de Marcinelle de très rares *Nevropteris Schlehani* et, d'autre part, d'assez abondants *Lonchopteris*, sans parler de tout un cortège d'espèces moins caractéristiques.

L'horizon marin connu dans le massif du Poirier vers le sommet du tiers inférieur de l'assise de Charleroi se poursuit donc dans les massifs plus méridionaux du district de Charleroi, encore que la couche de houille qu'il surmonte, étant quelque peu plus puissante, y devienne exploitable.

Il n'y a en cela rien d'étonnant.

En effet, on sait que, en Hainaut, ce même horizon à faune marine a déjà été découvert et largement reconnu dans le massif situé non pas au Sud, mais au Nord de celui du Poirier, c'est-à-dire dans le Comble nord.

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg., Mém. in-4°*, t. II, p. 23 et tome 1911-1912, p. 80.

M. Stainier l'a décrit depuis Quaregnon jusqu'aux environs de la Louvière, au toit de la couche n° 19 de Ghlin, où il renferme, outre *Lingula mytiloides*, des brachiopodes articulés, notamment des *Productus*, puis au toit d'une veinette sous la couche Machines à Tines, où il n'a fourni que des *Lingula* (1).

D'autre part, il semble bien que ce même niveau ait été recoupé par sondages en deux points de l'extension méridionale du gisement du Hainaut sous le massif du Midi ; tout d'abord ainsi que l'a indiqué M. X. Stainier (2), au sondage n° 16 (Bonnier), c'est-à-dire à 10 kilomètres à l'Ouest du Siège du Cerisier ; ensuite à la profondeur de 978^{m}60, au sondage n° 77 (Blaugies Coron), à 30 kilomètres à l'Ouest du sondage n° 16.

Il y a donc espoir que ce niveau pourra être reconnu en de beaucoup plus nombreux gîtes et servir de repère précieux dans l'établissement des synonymies. Je ne connais pas exactement les raisons pour lesquelles cette même dénomination de Cinq Paumes a été choisie aux Charbonnages Réunis de Charleroi, à ceux de Monceau-Fontaine ou dans le groupe de Marcinelle-Nord. J'ai d'ailleurs dit plus haut que le raccord du groupe de Marcinelle aux faisceaux des massifs plus septentrionaux n'avait pas jusqu'ici été indiquée de façon précise. En fait, ce nom de Cinq Paumes a été donné à Marcinelle à la veine dont le toit renferme le niveau marin, tandis qu'à Forchies c'est la veine immédiatement supérieure, et à Charleroi, la veine exploitable immédiatement inférieure qui se trouvent appelées Cinq Paumes. L'erreur absolue n'est pas bien grande encore que, dans tel cas déterminé, elle pourrait être grosse de conséquences fâcheuses.

La séance est levée à 17 heures.

---

(1) *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXVI, *Proc. verb.*, p. 149 et p. 200, et t. XXVIII, p. 117.

(2) *Bull. Soc. belge Géol.*, t. XXVIII, *Proc. verb.*, p. 118.

(3) *Ann. Mines Belgique*, t. XX, p. 1502.

Séance extraordinaire du 18 février 1921

Présidence de M. J. CORNET, *président*

M. Ch. STEVENS *remplit les fonctions de secrétaire*

La séance est ouverte à 16 heures, dans la bibliothèque du Laboratoire de géologie de l'Ecole des Mines, à Mons.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire du 14 janvier 1921 est approuvé.

Communication. — M. **Et. Asselberghs** fait la communication suivante :

Notes sur le Niveau fossilifère de la Grauwacke de Rouillon

PAR

ET. ASSELBERGHS, DR. SC.

La grauwacke de Rouillon — facies septentrional, d'après J. Gosselet, de la grauwacke de Hierges (assise à *Sp. Arduennensis* et assise à *Sp. Cultrijugatus*) — renferme un niveau très fossilifère qui est caractérisé par des grès plus ou moins calcareux, pouvant passer à du calcaire impur, par des psammites bleus et verts, devenant bruns par altération, et par des schistes verts ; la puissance de cette assise ne dépasse guère cent mètres d'épaisseur.

Les couches fossilifères ne se retrouvent pas partout dans la partie septentrionale du bassin de Dinant. Une première bande que Cornet et Briart (1), Ladrière (2) et Bayet (3) ont suivie depuis la vallée de l'Hogneau jusqu'à Gourdinne, à l'Est de l'Eau d'Heure, renferme le gisement du Caillou-qui-bique connu depuis 1855 et les gisements de Biesmes-sous-Thuin, Cour-sur-Heure, Berzé et Gourdinne découverts par L. Bayet. Les couches fossilifères réapparaissent, à plusieurs reprises, dans la coupe de la Meuse ; M. Ed. de Pierpont y a découvert une douzaine de gisements sur le bord

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. I, 1874, pp. 8-15.
(2) *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXIV, 1905, pp. 205-264.
(3) *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XXII, 1895, pp. 129-161.

nord du synclinal de Rivière et sur les flancs de l'anticlinal de Godinne (1).

Il faut ensuite se reporter à l'extrémité nord-est du bassin de Dinant pour revoir le niveau fossilifère. Il existe à Tilff (2), puis il forme, à partir d'Esneux, une bande continue jusqu'à la faille d'Harzé en passant par Andoumont, Louveigné, Aywaille, Harzé, On en connait les gisements du Ry de Mosbeux (3), de Remouchamps (4) et plusieurs aux environs d'Harzé (5) ; en 1920, nous avons découvert des gisements à Esneux et aux environs d'Aywaille.

Enfin, l'assise fossilifère se retrouve avec les mêmes caractères dans la bande dévonienne de la Vesdre : elle a fourni les gisements bien connus de Pepinster et de Goé (6) ; elle a été observée aussi à l'Est d'Eupen.

La faune des gisements de Pepinster, de Goé et de Tilff a fait l'objet d'une étude de E. Kayser (7), qui concluait que cette faune se rapprochait le plus de celle qui caractérise l'extrême sommet du Dévonien inférieur aux environs d'Haiger ; par contre, aucune comparaison avec les faunes du bord sud du bassin de Dinant n'avait été faite.

Nous avons repris dernièrement l'étude de la faune. Nous avons eu à notre disposition les riches matériaux de la collection Dewalque de l'Université de Liége, les collections du Musée royal d'Histoire naturelle, de l'Institut géologique de l'Université de Louvain et du Service géologique ; nous avons complété ces matériaux d'étude par le fruit d'explorations personnelles faites dans les gisements nouveaux ou peu connus. Ces matériaux abondants nous ont permis de nous faire une idée plus complète sur la faune

(1) *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XXII, 1895, pp. 163-174.
(2) *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. X, 1883, p. LXIX.
(3) *L'Ardenne*, p. 385.
(4) *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XIV, 1887, p. CXLIV.
(5) Lors de nos premiers levers aux environs de Harzé, nous avions distingué deux niveaux fossilifères dont le niveau supérieur était rapporté au Couvinien supérieur tandis que nous considérions l'inférieur comme renfermant la faune de la grauwacke de Rouillon (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XL, 1913, pp. M 13-25). Des recherches plus étendues nous ont montré qu'il n'y a, en réalité, qu'un complexe de couches fossilifères dont la faune est analogue à celle de Pepinster et des autres gisements cités, ci-dessus, dans le texte.
(6) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. VIII, p. CXXXVI.
(7) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXII, 1895, pp. 175-216.

de ce niveau, et de préciser la position stratigraphique de ces couches fossilifères au sein de la série dévonienne.

La description de la faune et la discussion des conclusions paraîtront bientôt dans les mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle. La présente note est destinée à faire connaître ces conclusions ; elle renferme aussi quelques données sur les gisements découverts par nous, en 1920.

* * *

Les nouveaux gisements se rapportent à la bande Esneux-Harzé.

Un premier a été découvert à Esneux dans le talus de la route qui longe la rive gauche de l'Ourthe, à hauteur du lieu dit Lhonneux. Lorsqu'on remonte, du Sud au Nord, la rive gauche de l'Ourthe à partir d'Esneux, on rencontre successivement le Frasnien puis les calcaires givétiens ; ensuite, sur une distance de cinquante mètres, on observe des pointements de schistes lie de vin et des blocs éboulés de poudingue quartzeux rose : ce sont là les roches bien connues de la base du Givétien de la région. Immédiatement au delà, nous avons trouvé, au sommet du talus, mais sous la terre végétale, de nombreuses roches détritiques fossilifères : ce sont du grès, des psammites verts, renfermant parfois des cailloux roulés sporadiques, du poudingue pisaire et avellanaire, le tout recouvert, par altération, d'une teinte brun foncé. Ces débris renferment : *Spirifer parcefurcatus* (très abondant), *Camarotoechia imitatrix* (abondant), *Productella subaculeata*, *Athyris Dorlodoti* et *Clionolithes priscus*. La position que ces roches occupent dans la coupe, et les espèces rencontrées permettent d'affirmer que les débris fossilifères proviennent de l'altération, sur place, de roches sous-jacentes.

Un second gisement se trouve le long de la route de Remouchamps à La Reid, dans une carrière abandonnée située à la sortie du village de Remouchamps. On y observe des bancs de grès vert, utilisés comme pavés et moellons de construction. Des bancs pétris de crinoïdes, de Fenestella et de tentaculites sont fréquents. Nous n'y avons trouvé qu'un exemplaire de *Sp. parcefurcatus*.

Les gisements suivants sont plus importants et très riches en fossiles. A Kin, hameau d'Aywaille, deux carrières, situées dans les versants du vallon du Ruisseau de Kin, ont été ouvertes dans l'assise fossilifère. On y trouve du macigno, des grès à pavés,

des psammites, des schistes et des grauwackes verts et bleus. Certaines surfaces de stratification sont couvertes de ripple-marks. Des bancs sont pétris de *Schuchertella umbraculum* ; d'autres renferment des débris épars de végétaux. Les fossiles les plus abondants sont : *Camarotoechia imitatrix*, *Stropheodonta tricultu*, *Spirifer subcuspidatus*, *Productella subaculeata*, *Grammysia laevigata*, *Dielasma Maillieuxi*, *Schizophoria striatula* et *A. concentrica.* Les espèces suivantes sont plus rares : *Leiopteria intermedia*, *Sphenotus elongatus*, *Myophoria globula*, *Grammysia bicarinata*, *Asteropyge punctatus.*

Les mêmes couches fossilifères se retrouvent dans la vaste carrière à pavés sise au lieu dit Niaster, le long de la route d'Aywaille à Harzé, entre les bornes kilométriques 19 et 20. Les roches sont identiques à celles qu'on observe dans les carrières de Kin ; les couches y décrivent un anticlinal aigu à charnière vraisemblablement faillée. On y trouve des blocs pétris de *Productella subaculeata* de toutes les dimensions et de *Sp. subcuspidatus* ; d'autres espèces encore sont abondantes : *Camarotoechia imitatrix*, *Schizophoria striatula*, *Dielasma Maillieuxi*, *Cypricardella inflata* ; nous y avons recueilli aussi *Myophoria globula*, *Palaeosolen belgica*, *Grammysia bicarinata* et *Gr. laevigata.*

* * *

Les couches fossilifères de la grauwacke de Rouillon présentent les caractères de dépôts néritiques et même de dépôts littoraux entre Pepinster et Esneux, ainsi que sur la Meuse, dans la bande de Burnot où les couches fossilifères renferment des cailloux roulés, du poudingue pisaire et du poudingue avellanaire. La faune renferme, d'après notre étude de revision, les espèces suivantes :

Clionolithes priscus M. Coy.
Crinoidea (t. ab.)
Fenestella (t. ab.)
Petrocrania proavia Goldfuss (a. ab.)
Schizophoria striatula Schlotheim (ab.)
Leptaena rhomboidalis Wilckens (ab.)
Stropheodonta piligera Sandberger (t. r.)
Stropheodonta triculta Fuchs (ab.)
Schuchertella umbraculum Schlotheim (t. ab.)
Chonetes plebeja Schnur (r.)
Productella subaculeata Murchison (t. ab.)
Gypidula sp.
Camarotoechia imitatrix Fuchs (t. ab.)
Camarotoechia hexatoma Schnur (a. r.)
Wilsonia dillensis Fuchs (p. r.)
Dielasma Maillieuxi nov. sp. (ab.)

Atrypa reticularis Linné (p. r.)
Spirifer subcuspidatus Schnur (t. ab.)
Spirifer Arduennensis Schnur (t. r.)
Spirifer parcefurcatus Spriestersbach (ab.)
Cyrtina heteroclyta var. intermedia Œhlert (r.)
Anoplotheca venusta Schnur (t. r.)
Athyris concentrica Murchison (non von Buch) (a. ab.)
Athyris caeraesana Steininger (a. ab.)
Athyris Dorlodoti n. sp. (a. ab.)
Bellerophon striatus Bronn (r.)
Bellerophon Fraiponti n. sp. (a. ab.)
Pleurotomaria striata Goldfuss (r.)
Pleurotomaria sp.
Loxonema sp.
Platyceras compressum Goldfuss (a. ab.)
Platyceras priscum Goldfuss (a. ab.)
Tentaculites scalaris Schlotheim (t. ab.)
Laeviden talium sp.
Pterinea (Cornellites) gracilis Spriestersbach (a. ab.)
Pterinea (Cornellites) fasciculata Goldfuss (t. r.)
Leiopteria (Actinopteria) intermedia Oehlert (a. ab.)
Leiopteria concentrica A. Roemer (a. ab.)
Myalina Goeënsis Kayser (r.)
Myalina circumcincta Fuchs (p. r.)
Modiomorpha anulifera Spriestersbach (r.)
Goniophora sp.
Sphenotus elongatus Spriestersbach (ab.)
Nucula cornuta ? Sandberger (r.)
Ctenodonta Krotonis Roemer (r.)
Myophoria globula Spiestersbach (r.)
Cypricardella Gosseleti Maillieux (a. ab.)
Cypricardella inflata Spriestersbach (p. r.)
Crassatellopsis belgica Maillieux (t. r.)
Palaeosolen belgica Kayser (p. r.)
Grammysia bicarinata Goldfuss (a. r.)
Grammysia laevigata Kayser em. (ab.)
Cardiomorpha Dewalquei Kayser (ab.)
Homalonatus sp.
Asteropyge punctatus Steininger (a. r.)

La faune de la grauwacke de Rouillon, comme l'a fait remarquer déjà E. Kayser, est un mélange d'espèces du Dévonien moyen et du Dévonien inférieur ; seulement, les affinités éodévoniennes sont moins grandes que ne le pensait Kayser : en effet, les espèces franchement éodévoniennes, à l'exception d'une seule, n'existent qu'à l'état de rareté, tandis que la plupart des espèces mésodévoniennes sont abondantes. Le plus grand nombre de lamellibranches proviennent de couches mésodévoniennes du Sauerland ; treize espèces de brachiopodes sur vingt et une existent dans le Couvinien inférieur (assise à *Sp. cultrijugatus*) du bord sud du bassin de Dinant.

Nous en concluons que la faune de la Grauwacke de Rouillon est l'homologue de la faune de l'assise à *Sp. cultrijugatus*, qui, elle aussi, est une faune de transition entre le Dévonien inférieur et le Dévonien moyen.

Du reste, cette conclusion est confirmée par la méthode stratigraphique. En effet: d'une part, le niveau fossilifère étant recouvert depuis l'Hogneau jusqu'à la Meuse par les couches à *Calceola sandalina*, est plus ancien que le Couvinien supérieur ; d'autre part, le niveau fossilifère repose, aux environs de Harzé, sur un complexe gréso-schisteux lie de vin avec poudingues qui, un peu plus au Sud, à Ferrières, est sous-jacent à des couches renfermant abondamment *Sp. cultrijugatus*. L'assise fossilifère de la Grauwacke de Rouillon est donc bien l'équivalent du Couvinien inférieur ou assise à *Sp. cultrijugatus* du bord sud du bassin de Dinant.

La faune étudiée présente cependant des différences marquées avec celle du Sud. En effet, on n'y trouve ni *Sp. cultrijugatus*, ni *Uncinulus Orbignyanus*, les deux formes caractéristiques, ni *Sp. curvatus*, ni *Sp. speciosus*, ni *Sp. alatiformis*. D'autre part, elle renferme abondamment *Sp. parcefurcatus* et *Camarotoechia imitatrix* qui semblent faire défaut à Rochefort et à Couvin. Il est à remarquer que ces différences fauniques vont de pair avec un changement dans les caractères lithologiques : les couches méridionales présentent un facies schisto-calcareux, les septentrionales un facies quartzo-calcareux.

Par contre, la faune de Rouillon a de grandes analogies avec celle du Sauerland, où les couches synchroniques de notre Couvinien inférieur sont caractérisées, comme chez nous, par la présence de grès et de grès calcareux et présentent, par conséquent, un facies plus septentrional et plus néritique que dans les bassins calcaires de l'Eifel ; et, dans ceux-ci, on trouve une faune analogue à celle de la partie méridionale du bassin de Dinant.

L'assimilation de l'assise fossilifère de la grauwacke de Rouillon à la zone à *Sp. cultrijugatus* du Sud de l'Ardenne permettra donc de tracer sans difficultés — l'assise fossilifère de Rouillon étant nettement reconnaissable à ses caractères lithologiques — la limite entre le Dévonien moyen et le Dévonien inférieur le long du bord oriental et sur une grande partie du bord septentrional du bassin de Dinant.

Présentation d'échantillons. — M. **L. de Dorlodot** présente :

1° Une pépite d'or d'environ 2 mm. de diamètre montrant des faces planes nettement délimitées ; on y reconnaît 3 faces du cube et les faces voisines hexagonales d'un octaèdre.

Provenance : rivière Lingi, affluent nord du Kibali. Trouvé dans les alluvions par M. Burgeon (4212).

2° Une lave récoltée près du Mikeno, non loin de Tongres-Sainte-Marie (J. Henry 1913).

C'est une leucitite. Les cristaux de leucite sont très abondants et très variables quant à la grosseur.

Certains sont pisaires, mais la plupart ne dépassent pas 2 mm. et la pâte de la roche en renferme de plus petits qu'on ne distingue qu'à la loupe.

L'augite est en cristaux tabulaires terminés en pointe atteignant un demi-cm. de longueur. La pâte grisâtre qui paraît vitreuse est remplie de petits fragments du même minéral (3497).

Divers. — M. **J. Cornet** fait une causerie sur le *Rôle des microbes dans la formation des calcaires marins.*

La séance est levée à 17 heures 3/4.

Séance ordinaire du 20 février 1921

Présidence de M. LOHEST, *vice-président*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

M. J. Cornet, président, retenu à Mons, fait excuser son absence.

Approbation du procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance est approuvé.

Décès. — Le Président a la regret de faire part du décès de M. Jules Henin, membre effectif, et de M. Nathorst, membre honoraire (*Condoléances.*).

Admission d'un membre protecteur. — Le Conseil a admis en cette qualité :

La *Société Anonyme des sondages et travaux miniers Lemoine*, 3, rue St-Christophe, à Liége, présentée par MM. Martens et Fourmarier.

Admission de membre effectif. — Le Conseil a admis en cette qualité :

M. DUMONT, Emile, ingénieur en chef des Charbonnages de Marihaye, à Flémalle-Grande, présenté par MM. de Caux et Fourmarier.

Présentations. — Le Président annonce la présentation de trois membres effectifs.

Correspondance. — MM. Anten, Anthoine et d'Andrimont font excuser leur absence.

Dépôt d'un pli cacheté. — M. H. Buttgenbach dépose un pli cacheté qui est contresigné en séance par le Président et le Secrétaire général.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau ; des remerciements sont votés aux donateurs.

DON D'AUTEUR

L. Mengaud. — Recherches géologiques dans la région cantabrique. Toulouse, Imprimerie Vve Bonnet, 1920.

M. **Fourmarier** attire l'attention sur le mémoire de M. Mengaud : « Recherches géologiques dans la région cantabrique » ; il se propose d'en faire une analyse pour la bibliographie.

Rapports. — 1° Il est donné lecture des rapports de MM. Stainier, P. Fourmarier et A. Renier sur le Mémoire de M. H. Bogaert : « La concession du charbonnage du Bois d'Avroy et ses contributions à l'étude de la géologie de la région ».

Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée ordonne l'impression de ce travail dans les Mémoires, avec les figures et planches qui l'accompagnent ; les rapports seront également publiés.

2° Il est donné lecture des rapports de MM. Fourmarier, Lohest et H. de Dorlodot sur le travail de M. J. Cornet : « La Meule de Bracquegnies dans la vallée du ruisseau de Saint-Pierre, près de Thieu ».

Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée ordonne l'impression de ce travail dans les Mémoires.

3° Il est donné lecture des rapports de MM. Fourmarier, M. Lohest et H. de Dorlodot sur le travail de M. J. Cornet intitulé : *Études sur la structure du bassin crétacique du Hainaut. I. Région entre Jemmapes et Ghlin.*

Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée ordonne l'impression de ce travail dans les Mémoires ; elle ordonne également l'impression des rapports.

4° Il est donné lecture des rapports de MM. d'Andrimont, Fourmarier et Dessales sur le mémoire de M. P. Questienne : « Etude de la circulation de l'eau dans les filtres artificiels ou naturels et dans les terrains meubles ».

Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée ordonne l'impression de ce travail dans les Annales avec les figures qui l'accompagnent. Elle ordonne également l'impression des rapports.

Communications. — 1° **M. Et. Asselberghs** fait une causerie sur : *Les enseignements à tirer, au point de vue de la Belgique, des recherches pétrolifères en Angleterre.* Ce travail a paru *in extenso* dans les *Annales des Mines de Belgique* (t. XXII) sous le titre : « Comment se pose la question des gisements de pétrole en Belgique ».

M. le Président félicite M. Asselberghs de la façon remarquable dont il a exposé la question si intéressante de la présence éventuelle de gisements de pétrole en Belgique.

M. Schmidt indique qu'il a eu l'occasion de visiter les divers sondages pour pétrole actuellement en cours d'exécution dans le comté d'York. Son impression n'a pas été très favorable, car si d'une part il croit bien que l'on rencontrera des huiles minérales, il doute qu'il y en aura en quantités exploitables industriellement.

M. Asselberghs, dit avec raison qu'il est regrettable que l'on se soit arrêté à la tête du calcaire carbonifère lorsque celui-ci était atteint. La raison en est sans doute inhérente au système de forage employé. C'est en effet à la méthode à la corde qu'on a donné la préférence, comme d'ailleurs en général aux Etats-Unis. Ce procédé a l'avantage de travailler « à sec » ou plutôt sans injection d'eau. De plus, les installations de surface sont peu coûteuses. Par contre, dès qu'on arrive à de grandes profondeurs, une très notable partie de la course du balancier sert à tendre le câble, et les avancements deviennent presque nuls. De plus, en fait d'échantillons, on ne recueille en général que des boues.

En ce moment, M. Schmidt exécute un sondage dans le Comté de Durham, dont le bassin forme le prolongement de celui d'York. Il s'agit de reconnaître les dernières assises du terrain houiller et surtout le calcaire carbonifère sous-jacent qui contient parfois quelques couches de charbon.

Actuellement, ce sondage est arrivé à une profondeur de près de 900 mètres. Il a traversé le fameux « Whinstone », roche éruptive de l'ère carbonifère dont on rencontre des affleurements depuis le Cumberland, sur la mer d'Irlande, jusqu'à la mer du Nord.

Aux approches de cette roche seulement, les terrains montraient des indices de métamorphisme.

Ce travail de recherche a été exécuté entièrement à la couronne,

et la presque totalité du terrain a été carotté. Néanmoins, cet échantillonnage pourtant bien complet n'a pas fourni le moindre indice pouvant faire conclure à la présence de pétrole dans les environs.

M. **Devletian.** — J'ai eu l'occasion d'examiner dernièrement un échantillon de schiste noir rempli de *Goniatites* provenant d'un sondage en Campine ; j'ai essayé, par diverses méthodes, de doser les matières bitumineuses qu'il pourrait contenir ; je n'ai rien trouvé.

M. **Asselberghs.** — Dans des fentes de schistes bitumineux du bassin houiller du Nord de la France, la présence d'hydrocarbures liquides a été signalée.

M. **Renier.** — Dans ces questions, il faut tenir compte du mode de formation des dépôts et de la conservation des organismes ; dans les sapropèles qui ont la consistance d'une gelée, les organismes sont admirablement conservés ; dans les dépôts marins, au contraire, les végétaux ont été mis en contact avec l'oxygène et les roches d'origine marine paraissent moins favorables pour la formation des pétroles. Les schistes bitumineux montrent une rayure brune, grasse, très caractéristique.

M. **Lohest.** — Notre confrère M. Anthoine m'a signalé que dans la Sierra Morena, en Espagne, on exploite des schistes bitumineux au mur d'une série de couches de charbon ; ces schistes, soumis à la distillation, donnent des hydrocarbures liquides en quantité suffisante pour laisser un bénéfice industriel.

D'autre part, je ferai observer que les sondages du Derbyshire sont placés sur des anticlinaux ; or, en Campine, nous ne connaissons que le versant Sud d'un synclinal. Abstraction faite des ondulations insignifiantes signalées jadis par divers auteurs, une tectonique un peu plus compliquée paraît nécessaire pour permettre la formation d'hydrocarbures liquides ; c'est plutôt au Nord ou au Nord-Est de notre pays qu'il faudrait sonder.

Le massif calcaire de Visé correspond à un anticlinal surbaissé et faillé ; il représente très probablement un gisement fossile de pétrole ; j'ai soutenu anciennement (1) cette hypothèse et la communication de M. Asselberghs vient la confirmer.

(1) MAX. LOHEST. Note sur quelques échantillons d'anthracite. *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. XXXVI (*Bull.*, p. 129).

Il serait intéressant d'étudier convenablement les schistes bitumineux de Grandcourt, qui renferment des quantités d'ammonites écrasées et des écailles de poissons.

M. **Fourmarier.** — Les schistes de Grandcourt présentent une analogie très grande avec les roches houillères examinées par M. Devletian, qui renferment des Goniatites en grand nombre et des écailles de poissons ; il est très vraisemblable que ces roches étaient primitivement analogues aux schistes de Grandcourt, qui donnent du pétrole par distillation ; si les matières bitumineuses ont disparu, il faut en chercher la raison dans les modifications subies par les roches.

2° M. **Lykiardopoulo** donne lecture de la note suivante :

A propos des plis diapirs

(Note relative à la communication de M. Lohest sur les plis diapirs, séance du 12 décembre 1920)

PAR

N.-A. LYKIARDOPOULO

Comme exemple de chiffonnage de couches contenues entre deux couches de roches tendres, et à l'appui des expériences de M. Lohest, je signalerai le cas suivant observé lors d'une de mes excursions dans la région triasique de Cuevas de Vera (Espagne), aux bords de la Méditerranée. On y voit de bas en haut la succession des couches suivantes :

1° Calcaire en bancs de 50 cm. d'épaisseur environ.

2° Roches argilo-calcareuses de dureté moyenne. 20 mètres d'épaisseur environ.

3° Gypse très tendre. Epaisseur : 10 mètres.

4° Ensemble de schistes sériciteux, micacés, plus durs que le gypse encaissant, renfermant quelques bancs de calcaire mince de 3 à 4 cm. d'épaisseur chacun. Epaisseur : 6 mètres.

5° Même chose que 3°. Epaisseur : 3-4 mètres.

Les couches 4° contenues entre les couches très tendres de

gypse 3° et 5°, sont chiffonnées à l'extrême, tandis que les couches 1° et 2° et les couches sous-jacentes aux couches 5° sont d'une allure beaucoup plus tranquille. Ceci démontre donc le bien fondé des conclusions de M. Lohest.

Je ferai en plus remarquer que :

A) Les plis des couches 1° et 2° sont du même type que les chiffonnements des couches 4° (le type des plis est représenté par la figure 1 et a été relevé dans un travers-bancs).

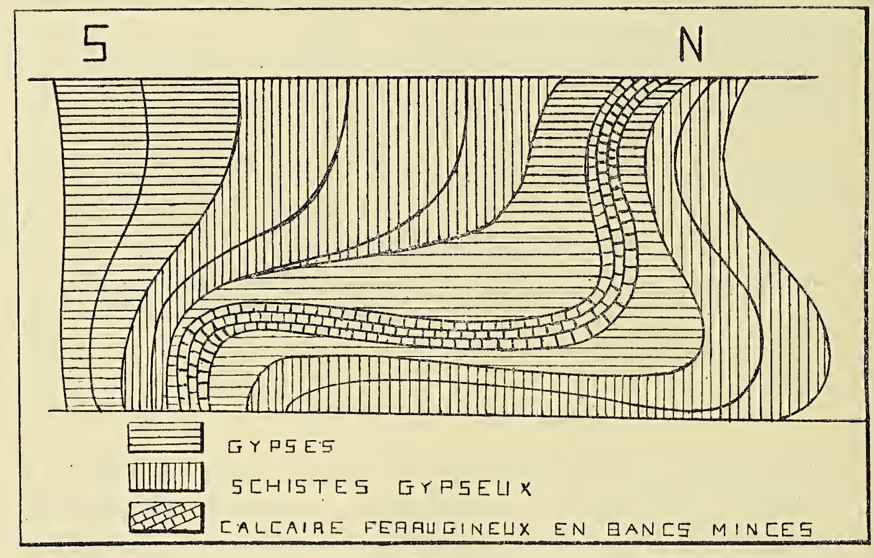


Fig. 1

B) Dans les couches très chiffonnées 4° il existe plusieurs bancs calcaires de 3-4 cm. d'épaisseur qui sont de beaucoup plus durs que les schistes encaissants appartenant à cet ensemble de couches.

A propos de plis « diapirs », j'ai représenté sur la fig. 2 (p. 142) un pli brisé que j'ai eu l'occasion d'observer dans cette même région triasique de Cuevas de Vera. Ce pli présente tous les caractères d'un pli « diapir ». Le minerai (de la dureté du quartzite) semble avoir fait coin dans les roches tendres qui l'entourent. Ces roches se coincent à la partie supérieure contre la couche de minerai. Je crois que c'est là un pli « diapir », et alors l'origine de ce genre de plis est tout indiqué.

A propos de charriages je signalerai que dans la région du bassin houiller de Belmez, région étudiée par M. Anthoine, l'idée de

M. Lohest, que les charriages sont des phénomènes de profondeur qui se déclanchent au contact des roches dures et tendres, s'est trouvée corroborée par les faits.

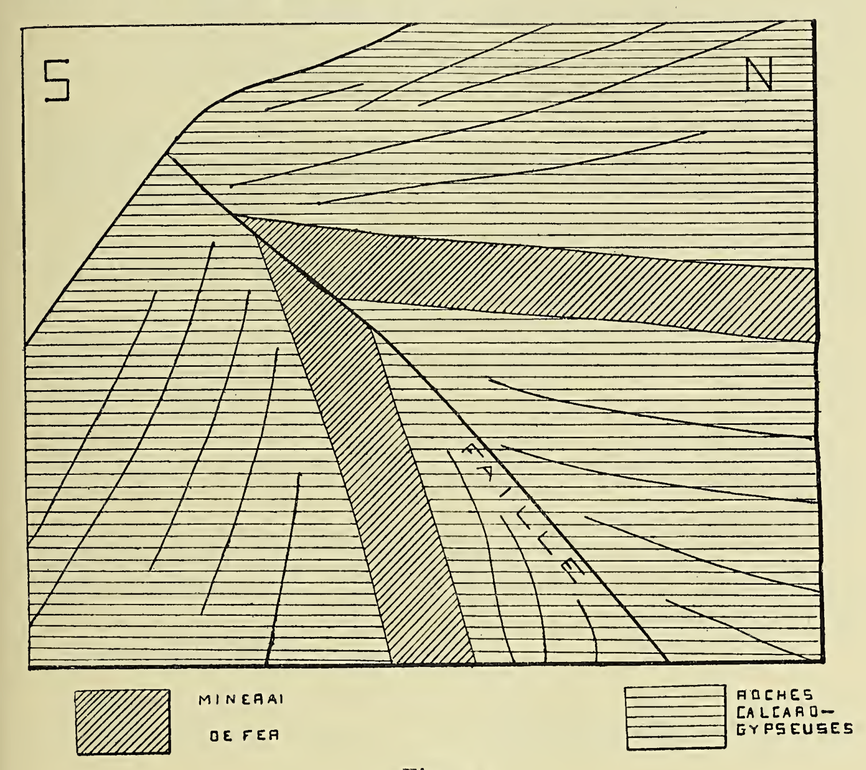


Fig. 2

On y voit des nappes charriées dures (notamment du calcaire carbonifère et des quartzites et quartzophyllades siluro-cambriens) reposer sur du houiller et du dévonien formés par des schistes tendres qui auraient joué le rôle de la graisse dans les expériences de M. Lohest.

Présentation d'échantillon. — Le **Secrétaire général** donne lecture de la note suivante qui lui a été envoyée par M. **R. Anthoine** :

« J'ai l'honneur de présenter à la Société un échantillon de paraffine naturelle que j'ai recueilli dans une sonde de la Compagnie « *Astra* » à Philipesti, en Roumanie.

» On sait que la région de Philipesti fournit un pétrole paraffineux.

» Cette sonde est éruptive depuis huit années et fournit encore actuellement plus d'un wagon de pétrole brut par jour. La couche dans laquelle elle s'alimente se trouve à 950 mètres dans l'étage méotien. L'anticlinal de Philipesti est très peu accentué.

» La tête du sondage est aménagée pour le captage des gaz, qui sortent avec une pression de 7,5 atmosphères.

» L'influence du degré géothermique et la détente des gaz dans les tubes du sondage produit un refroidissement tel que la paraffine de l'huile brute est abandonnée contre les parois intérieures de cette même colonne.

» Après un certain temps, ce dépôt de paraffine finit par obturer complètement le passage du pétrole brut.

» On a obvié à cet inconvénient en entourant d'un autre tubage toute la hauteur de la colonne servant à la sortie de l'huile. Entre ces deux colonnes, on envoie chaque semaine, pendant un quart d'heure, de la vapeur d'eau à la pression de 8 atmosphères, qui ramollit la paraffine figée, laquelle revient au jour avec le courant d'huile brute.

» J'espère que M. Max Lohest acceptera cet échantillon, qui comblera une lacune au Musée du cours de Géologie de l'Université de Liége. »

Bruxelles, le 14 janvier 1921.

La séance est levée à midi.

Séance ordinaire du 20 mars 1921

Présidence de M. LEDOUBLE, *membre du Conseil*

La séance est ouverte à 10 heures et demie.

M. Cornet, président, retenu à Mons, s'excuse de ne pas pouvoir assister à la séance.

M. Fourmarier, secrétaire général, fait excuser son absence ; il est remplacé par M. Fraipont, secrétaire-adjoint.

Approbation du procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance est approuvé.

Admission de membres effectifs. — Le Conseil a admis en cette qualité MM.

BOUCHER, Robert, élève ingénieur, 59, rue Fond-Pirette, à Liége, présenté par MM. Martens et Fourmarier.

JOLY, Henry, chargé de cours à la Faculté des Sciences, 53, boulevard d'Alsace-Lorraine prolongé, à Nancy (France), présenté par MM. Lohest et d'Andrimont.

STRAUVEN, Marcel, professeur à l'Ecole des mines du Hainaut, 7, place de Flandre, à Mons, présenté par MM. Cornet et Stevens.

Présentations de membres effectifs. — Le Président annonce une présentation.

Correspondance. — MM. Anten, Anthoine, Buttgenbach et Lohest font excuser leur absence.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau ; des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS

René Buffeteau. — De la maturité des alluvions (*Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse*, 1918).

Fernand Chancelier. — Les métaux dans les eaux minérales (*Ibidem* 1916).

Garibaldi J. Devincenzi. — Peces del Uruguay (*An. del Museo N. de Montevideo*, série II, t. I).

Paul Garmon. — L'ionisation mécanique de l'eau et l'intervention de la saccharose (*Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse*, 1919).

Paul Marcorelles. — Les usines hydrauliques sur les cours d'eau du domaine public (*Ibidem*, 1917).

Echanges. — Le Conseil a accepté l'échange des publications de la Société avec celles de la *Geologiska Föreningens*, de Stockholm.

Communications. — Le **Secrétaire** fait, au nom de MM. Lohest et Anten, la communication suivante :

Le tremblement de terre du 20 février 1921

PAR

M. LOHEST ET J. ANTEN

Le 20 février dernier, un tremblement de terre a été ressenti dans l'Est de la Belgique, plus particulièrement dans les régions de Spa et de Welkenraedt. Nous avons procédé à une enquête analogue à celle faite à l'occasion du sisme du 12 novembre 1908 (1), qui affecta spécialement la région liégeoise.

Dans le cas présent, l'effet le plus marqué consiste dans le déplacement d'objets, lequel n'a, d'ailleurs, été observé que dans la zone d'intensité maxima ; ailleurs, la secousse s'est manifestée par un bruit particulier, par l'ébranlement des portes et des fenêtres, par l'oscillation d'objets suspendus aux murs, par l'entre-choquement de la verrerie dans les armoires.

Les renseignements recueillis nous ont permis de reconnaître

(1) M. LOHEST et H. DE RAUW. Le tremblement de terre du 12 novembre 1908. *Ann. Soc. géol. de Belg.* t. XXXVI, p. B 43.

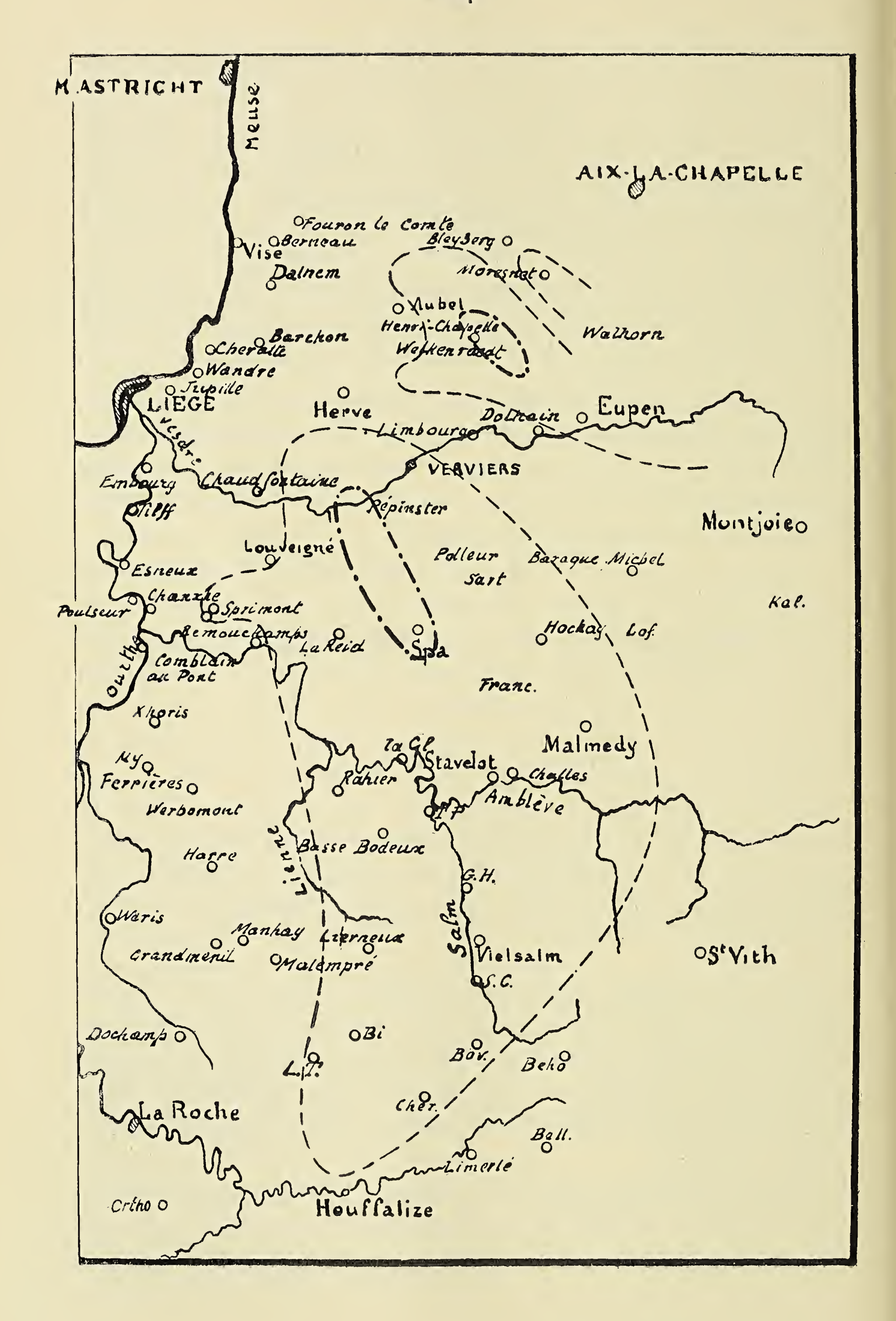
deux zones d'intensité maxima du sisme : La première part de Spa et se dirige vers le N.N.W. pour atteindre la vallée de la Vesdre près de Pepinster ; elle est entourée par une zone d'intensité moindre, allongée dans le même sens et s'étendant approximativement d'Houffalize à Herve et de Sprimont à Hockay. La seconde intéresse les environs immédiats d'Henri-Chapelle et de Welkenraedt ; elle est orientée N.W.-S.E. et, comme la précédente, entourée par une zone de moindre ébranlement, allongée également du N.W. au S.E. La carte annexée montre la répartition des zones d'ébranlement. Nous pouvons en tirer les conclusions suivantes :

De même que lors du tremblement de terre du 12 novembre 1908, le phénomène est tout à fait indépendant de la constitution lithologique du sol ; tous les terrains tant horizontaux que plissés ont été affectés, le substratum cambrien aussi bien que le terrain houiller.

Comme le montre la carte ci-contre, les deux zones d'ébranlement maximum sont sensiblement parallèles à la zone affaissée de la vallée inférieure du Rhin, du Limbourg hollandais et de la Campine orientale. Mais il y a plus : la première zone coïncide sensiblement avec la série des fractures minéralisées des environs de Theux, et notamment la fracture des mines du Rotheux qui affecte non seulement les terrains carbonifères de la fenêtre de Theux, mais aussi les terrains qui l'entourent ; la seconde coïncide avec la faille de Welkenraedt. On peut donc se demander à bon droit si le sisme du 20 février 1921 n'est pas dû à une légère accentuation de ces deux fractures principales et des accidents secondaires qui les accompagnent.

Par une curieuse coïncidence, quelques jours avant le tremblement de terre l'un de nous, dans une réunion du Comité national de géodésie, rappela la relation entre la sismicité des régions orientales de la Belgique et les failles de la zone effondrée du Rhin, pour demander la création d'une station sismographique dans la région d'Eupen.

Nous donnons en annexe la liste des localités pour lesquelles nous avons pu obtenir des renseignements intéressants, ainsi que le nom des personnes qui ont obligeamment répondu à notre appel.



MASTRICHT
Meuse
AIX-LA-CHAPELLE
Fouron le Comte
Berneau
Visé
Dalnem
Bleyberg
Moresnet
Hubel
Henri-Chapelle
Welkenraedt
Walhorn
Barchon
Cheratte
Wandre
Jupille
LIEGE
Herve
Limbourg
Dolhain
Eupen
Vesdre
VERVIERS
Embourg
Chaudfontaine
Tilff
Pépinster
Montjoie
Louveigné
Esneux
Polleur
Sart
Baraque Michel
Poulseur
Chanxhe
Sprimont
Kal.
Remouchamps
La Reid
Spa
Hockay
Lof.
Comblain au Pont
Ourthe
Franc.
Xhoris
Malmedy
la Gl.
Stavelot
My
Ferrières
Rahier
Challes
Werbomont
Amblève
Basse Bodeux
Lienne
Harre
G.H.
Waris
Salm
Manhay
Lierneux
Grandmenil
Malempré
Vielsalm
S.C.
St Vith
Dochamp
Bi
L.T.
Bov.
Beho
La Roche
Cher.
Ball.
Limerlé
Houffalize

1° *Points où le tremblement de terre a été perçu avec le plus d'intensité*

Localité	*Correspondant*
Spa	M. Gaspar
Spa	M. C. Guillaume
Theux	M. J.-M. Goblet
Pepinster	Illisible
Welkenraedt	M. J. Eppe
Henri-Chapelle	M. Simont

2° *Points où le tremblement de terre a été perçu par la majorité des habitants*

Localité	*Correspondant*
Remersdael	M. J. Leenaerts
Hombourg	M. J. Janpen
Moresnet	M. E. Keisch
Eupen	M. M.-A. Marx
Olne	M. O. Jacoby
Soiron	M. R. Desonay
Verviers	M. A. Anten
»	R. P. Couty
»	R. P. De Grauwe
Thimister	M. H. Ernst
Jalhay	M. Vitrier
»	Dr H. Anten
Polleur	M. T. Arnould
Beyne-Heusay	M. N. Dessard
Sprimont	M. A. Martini
La Reid	M. A. Cortin
Francorchamps	M. E. Goffard
Malmedy	M. F. Duchesne
Sart-lez-Spa	M. M. Fonck
La Gleize	M. E. Collard
Borgoumont (La Gleize)	Dr Van Beneden
Stoumont	M. E. Natalis
Basse-Bodeux	M. J. Catey
Recht	M. P. Leemitz
Bihain	M. H. Jacqmin
Bovigny	M. J. Simon
Mont-le-Ban	M. J. Mariau
Limerlé	M. E. Hisette

3° *Points où le tremblement de terre n'a été perçu que par de rares personnes*

Localité	*Correspondant*
Micheroux	M. J. Cambresier
Louveigné	M. R. Pinte
Dolhain	M. M. Maréchal
Saint-Vith	M. Canmel

4° *Points où le tremblement de terre n'a pas été perçu*

Localité	*Correspondant*
Uyckhoven	M. G. Kisl
Lanaeken	M. Stanislas
Bilsen	M. H. Sprooten
Fouron-Saint-Martin	M. E. Jassnen
Gemmenich	M. C. Keffler
La Calamine	M. F. Bleyfuesz
Montzen	M. F. Kessels
Warsage	M. L. Wiame
Trembleur	M. L. Gougnard
Cerexhe-Heuseux	M. J. Dortu
Herve	M. A. Lejeune
Fléron	M. E. Rigo
Magnée	M. A. Dizelle
Vaux-sous-Chèvremont	M. J. Miermont
»	Illisible
Nessonvaux	Illisible
Tilff	M. J. Schrobiltgen
Hestreux (Hertogenwald)	Dr H. Anten
Drossard (Hertogenwald)	Dr H. Anten
Kalterherberg	M. Seemann
Weismes	M. Berlha
Chevron	M. J. Culn
Beho	M. U. Labarn
Houffalize	M. E. Lekeu

M. **Roncart** donne quelques renseignements complémentaires sur cette manifestation sismique.

2. M. **Ch. Fraipont** présente à l'assemblée un moulage du crâne humain quaternaire de Talgaï et donne quelques renseignements sur ses caractères.

A la demande du président, les membres présents se rendent aux collections de paléontologie, où M. Fraipont leur donne quelques explications relatives à la paléontologie humaine. Suivant le désir de plusieurs membres, cette démonstration se continuera ultérieurement. — La séance est levée à midi 15.

Séance extraordinaire du 15 avril 1921

Présidence de M. J. CORNET, *président*

M. Ch. STEVENS *remplit les fonctions de secrétaire*

La séance est ouverte à 16 heures, dans la bibliothèque de géologie de l'Ecole des Mines, à Mons.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire du 18 février 1921 est adopté.

M. le Président fait connaître les raisons pour lesquelles la séance extraordinaire du 18 mars n'a pas eu lieu. La plupart des membres assidus à nos réunions assistaient, à l'heure fixée pour notre séance, à l'inauguration du mémorial élevé aux étudiants de l'Ecole des mines morts pour la Patrie.

Communication. — **M. L. de Dorlodot** fait une communication ayant pour titre : *Note sur des échantillons de terrains archéens et primaires métamorphiques du Mayombe, de la collection de Briey.— III. Région ouest.* Ce travail est destiné aux *Publications relatives au Congo belge.*

Présentation d'échantillons. — **M. L. de Dorlodot** présente trois échantillons des couches du Lualaba, dans le bas Uele, faisant partie des collections du Musée de Tervueren.

I. Schiste brunâtre tendre, finement feuilleté ; pailleté de très petites lamelles de mica, brillantes et très abondantes. La surface de l'échantillon montre un enduit de limonite ocreuse.

Rapporté par M. Burgeon, de Gô, sur l'Itimbiri, avec l'indication « En couches horizontales », (4120).

II. Schiste tendre, léger, en fins feuillets, bitumineux, avec enduit blanchâtre entre les feuillets.

Récolté par M. Hutereau (juin 1911), village Bokolaka. Tribu des Bobati, Bas Itimbiri, près d'Ibembo.

Avec la mention : « roche tendre que l'indigène pulvérise et mélange à la racine de Kuy pour en faire une poudre de toilette ». (4297).

III. Calcaire oolithique formé de petites oolithes bien rondes avec écorce épaisse homogène. Le centre est souvent occupé par un grain mat qui paraît être d'origine organique.

Les oolithes ne sont pas toutes jointives ; de la calcite transparente les enveloppe d'une légère pellicule et les soude les unes aux autres plus ou moins parfaitement, laissant des interstices abondants (calcite secondaire ?).

Récolté par M. Verstraete.

Eringi (Eringa ?) sur Rubi (267).

Le premier échantillon appartient vraisemblablement aux « schistes de Buta » décrits par M. Preumont, à rapporter, d'après M. Passau, à la zone moyenne des couches du Lualaba. C'est à cette zone moyenne qu'appartiennent également les calcaires oolithiques déjà signalés par M. Preumont sur le Rubi. Enfin, c'est à cette zone que se rattachent vraisemblablement les schistes bitumineux, dont on n'avait jusqu'à présent jamais signalé l'extension au Nord de Stanleyville et des Stanleyfalls, où on les rencontre dans les calcaires à ostracodes et oolithes [1].

M. **J. Cornet** présente un échantillon de *poudingue houiller* (H 1 c) récolté sur le terril de la vieille fosse d'Asquilies [2]. La roche est identique à celle du Bois de Colfontaine.

Le charbonnage d'Hyon-Ciply a commencé le creusement d'un nouveau puits à côté de l'ancien, en vue de l'établissement d'un siège d'extraction.

La séance est levée à 17 heures 15.

---

(1) DEWEZ : Géologie d'une partie de l'Aruwimi, etc., *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XXXVII, p. M 127.

PASSAU : Note sur la géologie de la zone des Stanleyfalls, *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XXXVI, p. M 237.

J. CORNET : Sur la possibilité de l'existence de gisements de pétrole au Congo. Annexe au t. XXXVIII, p. 9.

(2) Voir FALY, *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XIII, 1886, p. M 189.

Séance ordinaire du 17 avril 1921

Présidence de M. H. Buttgenbach, *vice-président*

La séance est ouverte à 10 heures et demie.

M. J. Cornet, président, retenu à Mons, fait excuser son absence.

Approbation du procès-verbal. — Le Secrétaire général informe les membres présents de ce que, par suite d'un malentendu, le procès-verbal de la dernière séance n'a pu être envoyé en temps utile ; il le sera avec celui de la présente réunion.

Admission d'un membre effectif. — Le Conseil a admis en cette qualité

M. Malycheff, Nicolas, ingénieur, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles, présenté par MM. R. d'Andrimont et A. Gérard.

Présentation d'un membre effectif. — Le Président annonce la présentation d'un nouveau membre.

Correspondance. — MM. Lohest, Anthoine et Anten font excuser leur absence.

La Fondation Universitaire informe la Société Géologique de ce qu'un important subside lui a été accordé pour lui permettre de continuer ses publications. Le Bureau adressera les vifs remerciements de la Société à la Fondation.

La *Société Géologique de Stockholm* invite la Société à se faire représenter aux fêtes de son cinquantième anniversaire, le 12 mai 1921.

M. l'Inspecteur principal de l'enseignement primaire transmet une dépêche du Ministre des Sciences et des Arts demandant aux Sociétés scientifiques d'accorder leur concours au Gouvernement pour l'organisation d'un enseignement élémentaire destiné aux instituteurs et institutrices primaires en vue de leur permettre d'obtenir le certificat d'aptitude à diriger des excursions régionales.

Les membres présents décident à l'unanimité qu'il y a lieu de favoriser cet enseignement et réponse sera faite dans ce sens à M. le Ministre.

Communications. — 1. Le **Secrétaire général** donne lecture, en montrant les échantillons à l'appui, de la note suivante que lui a fait parvenir M. Anthoine :

Observations sur la structure tectonique des falaises de Funchal (Ile Madère)

PAR

R. Anthoine

Le groupe des îles Madère comprend, outre l'île du même nom, celle de Puerto Santo au Nord et celles du noyau des Dezertas à l'Est.

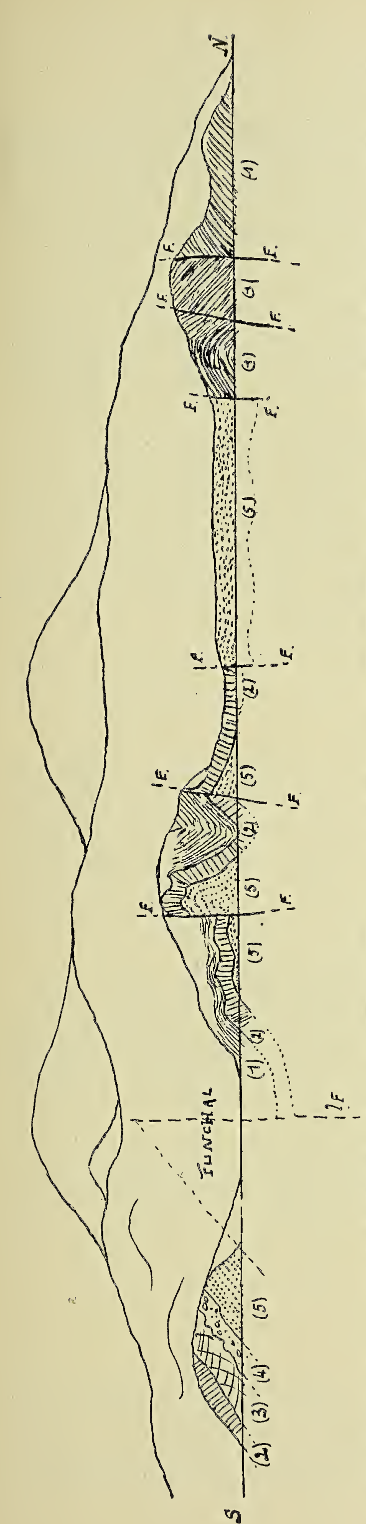
La visite de Puerto Santo et des Dezertas n'est pas régulièrement possible. Du large il est difficile de distinguer la nature des couches formant le sous-sol de ces îles. Cependant nous avons pu voir des échantillons de calcaire blanc, assez pur, grenu et fossilifère venant de Puerto Santo et employés à Funchal pour la fabrication de la chaux.

Les îles Dezertas portent bien leur nom. Elles sont formées par un pointement de basalte leur donnant un relief très jeune que l'on retrouve dans les formations de même espèce sur certaines îles du groupe des Canaries.

L'examen des falaises de la partie Est de l'île Madère est des plus curieux au point de vue des effets des secousses sismiques déclanchées postérieurement au dépôt des couches que l'on y rencontre.

En débarquant à Funchal on voit, le long de la falaise qui surplombe la chaussée qui mène à la ville, une coulée de basalte compact (indiqué par l'indice (2) dans la coupe schématique).

Cette venue est clichée suivant le mode ordinaire des roches de l'espèce. Une pseudostratification très nette sépare cette venue éruptive d'une autre couche de basalte. Le clivage de ce dernier est très irrégulier. La roche se débite en fragments de forme quelconque, qui ne rappelle en rien celle du prisme. L'épaisseur de cette for-



mation est d'environ six mètres (indiquée par l'indice (3) dans la coupe).

Par l'intermédiaire d'une surface très irrégulière, cette couche de basalte repose sur un dépôt de deux mètres de puissance moyenne formé d'un basalte scoriacé bulleux se présentant en fragments à contours irréguliers (indiqué par (4) dans la coupe).

Ceux-ci sont déposés sur une couche de scories basiques de couleur rouge, dans la masse de laquelle on voit très distinctement les surfaces des dépôts successifs. Ces pseudoplans de stratification sont orientés N.45°.E. et ils inclinent à 30° vers le Sud (voir (5) dans la coupe).

Les habitations et les jolis jardins aux fougères arborescentes de la ville de Funchal viennent interrompre momentanément les observations.

Au Nord de la ville, on peut observer de loin une couche d'une nature lithologique différente, de couleur jaune, apparemment tendre et semblant stratifiée en bancs peu épais (voir (1) sur la coupe).

Cette roche repose sur du basalte compact (2), qui lui-même est subadjacent à un dépôt de scories rouges (5) qui semble avoir des caractères communs avec celui, mentionné dans la coupe, que l'on peut observer au Sud de la ville.

Il nous a été impossible de déterminer la position exacte des roches jaunes (que nous n'avons pu atteindre) par rapport à celles de la coupe rappelée ci-dessus.

Si l'on admet l'identité d'âge des scories rouges que l'on observe dans les deux coupes, les couches jaunes stratifiées viennent buter contre une faille à rejet important que nous avons indiqué d'une manière hypothétique sur la coupe schématique reproduite dans le texte.

Par contre, si les couches jaunes sont inférieures aux scories rouges de la chaussée du port, cette faille est inexistante. La grande dépression dans laquelle est bâtie la ville de Funchal correspond au passage de ces couches tendres.

Les falaises abruptes situées plus au Nord et qui s'étendent sur cinq à six kilomètres montrent une coupe très nette dont nous avons reproduit les allures le plus fidèlement possible dans notre dessin. On peut y distinguer une succession de voussoirs plissés, séparés par des failles normales à faible rejet. Certains blocs, au contraire, semblent avoir échappé au plissement.

Les cassures paraissent indépendantes entre elles. Les observations sont impuissantes pour étayer une loi qui définirait leur allure générale.

Quand aux plis qui sont parfois très redressés, leur origine ne peut se trouver dans des efforts tangentiels. Il faut bien admettre qu'ils sont contemporains du déplacement relatif des voussoirs qui les contiennent. Ces mouvements, qui sont la conséquence d'efforts radiaux à caractère discontinu, ont engendré dans certains voussoirs une compression des couches. Celle-ci s'est immédiatement traduite par un plissement plus ou moins intense.

En comparant la tectonique produite par les composantes horizontales de ces efforts radiaux et celle déclanchée par des poussées tangentielles, on arrive bien vite à y établir une nuance bien marquée.

La différence principale se traduit par l'absence de lois régissant les facteurs tectoniques « allure type et continuité » qui se rencontrent dans les grands et petits plissements sous charge de nos chaînes hercyniennes d'Europe.

Llanstephan Castle (mars 1921).

M. Fourmarier fait toutes réserves quant aux conclusions de l'auteur ; il estime qu'il faut se garder de rechercher une règle de tectonique quand les observations ne portent que sur quelques

kilomètres ; d'autre part, des plissements sans règle apparente ne sont pas nécessairement le fait de failles d'affaissement.

2. M. **H. Bogaert** donne lecture du communiqué suivant :

« J'ai le plaisir de vous faire savoir qu'un arrêté royal, en date du 29 mars dernier, accorde à la Société Anonyme du Charbonnage du Bois d'Avroy une extension de concession de 334 hectares, 63 ares, 33 centiares. Un des considérants de cet arrêté royal est à signaler ; on lit, en effet :

« Considérant que, par des travaux de recherches coûteux et » d'un caractère scientifique incontestable, la demanderesse a » établi à suffisance que... »

» Ce sera certainement pour nous tous une très grande satisfaction d'apprendre que l'on attache en haut lieu, en matière de recherches de mines, une grande importance au côté purement scientifique des recherches »

M. **Fourmarier** est heureux de pouvoir constater que le Gouvernement reconnaît la valeur des travaux d'ordre purement scientifique lorsqu'il s'agit d'accorder des concessions minières ; c'est un encouragement pour les chercheurs qui mettent la science au-dessus des préoccupations d'ordre matériel.

* * *

Date de la prochaine séance. — Les fêtes de la Pentecôte tombant cette année le 3e dimanche de mai, la prochaine séance ordinaire sera postposée au dimanche 22 mai ; le séance extraordinaire de Mons aura lieu le vendredi 20 mai.

La séance est levée à 11 heures et demie.

AVIS

La *Société Géologique de Belgique* a créé, en dehors de ses *Annales*, une publication nouvelle :

LA

REVUE DE GÉOLOGIE ET DES SCIENCES CONNEXES

Cet organe est destiné à fournir une documentation bibliographique très étendue en matière de sciences minérales et à nous rendre indépendants des publications documentaires allemandes.

La collaboration de spécialistes de toutes les parties du monde a été obtenue. Un développement spécial sera accordé aux rubriques de science appliquée : Matières exploitables et Géologie appliquée, Cartes, etc.

Les membres de la *Société Géologique* et les Sociétés qui échangent leurs publications avec elle, sont vivement invités à collaborer à ce nouvel organe et à lui donner l'appui de leur souscription.

Table des Matières

BULLETIN

MÉMOIRES

Publication trimestrielle.

ANNALES

DE LA

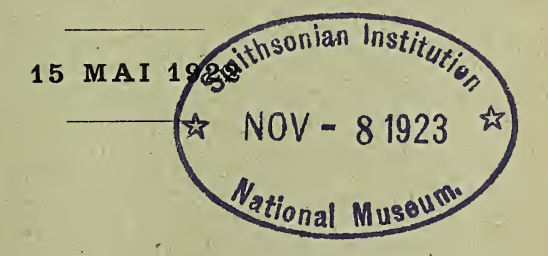
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE BELGIQUE

TOME XLIV. — 3e LIVRAISON

Bulletin : feuilles 12 à 14.
Mémoires : feuilles 9 et 10.
Bibliographie : feuille 2.
Planche V.

15 MAI 1922



LIÉGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
4, Place Saint-Michel, 4

1922

Prix des publications.

Le prix des publications de la Société est établi comme suit .

G. DEWALQUE. Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie, de paléontologie, ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique		frs.	3.00
Sur la probabilité de l'existence d'un nouveau bassin houiller au nord de celui de Liége et questions connexes, 4 planches.		frs.	10.00
La houille en Campine, 1 planche.		frs.	3.00
Etude géologique des sondages exécutés en Campine et dans les régions avoisinantes, 17 planches		frs.	25.00
Question des eaux alimentaires, 2 planches		frs.	5.00
G. DEWALQUE. Carte tectonique de la Belgique et des provinces voisines		frs.	2.00
Annales, tomes I à V, IX, X, XVII,	chacun	frs.	2.00
tomes XIII à XVI,	chacun	frs.	3.00
tomes XI et XII,	chacun	frs.	5.00
tomes VIII et XVIII,	chacun	frs.	7.00
tomes VII, XIX à XXII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXXI et XXXII,	chacun	frs.	15.00
tomes VI, XXIII, XXV, XXVI, XXVII; 3e livr. du tome XXX tomes XXXIII, XXXV, XXXVI et XXXVIII,	chacun	frs.	20.00
tomes XXX, XXXIV, XXXVII et XXXIX,	chacun	frs.	30.00
tome XL,		frs.	40.00
tomes XLI, XLII et XLIII		frs.	45.00
Publications Congo, année 1911-1912,		frs.	10.00
année 1912-1913,		frs.	20.00
année 1913-1914,		frs.	30.00
Bibliographie du bassin du Congo,		frs.	10.00
année 1918-1919,		frs.	20.00
année 1919-1920,		frs.	15.00
Mémoires in-4°, tome I,		frs.	30.00
tome II,		frs.	11.00

Les tomes VI, XXIII, XXV, XXVII, XXXIV et XXXVII ne seront plus vendus séparément sans l'autorisation du Conseil.

Il est accordé une remise de 25 % aux membres de la Société.

En outre, certaines livraisons dépareillées pourront être fournies à des prix très réduits à fixer par le Conseil.

Séance extraordinaire du 20 mai 1921

Présidence de M. J. CORNET, *président*

M. H. CAPIAU *remplit les fonctions de secrétaire*

La séance est ouverte à 16 heures dans la bibliothèque du laboratoire de géologie de l'Ecole des Mines, à Mons.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire du 15 avril 1921 est adopté.

Communications. — 1. M. **Racheneur** fait la communication suivante :

Le niveau marin du puits n° 10 de Grisœuil

PAR

F. RACHENEUR

Ingénieur

Lors de la présentation, à la séance extraordinaire du 14 janvier 1921, des fossiles recueillis dans ce niveau, nous avons fait remarquer que nous avions rencontré ceux-ci dans le niveau marin de Petit Buisson.

A la nomenclature donnée alors et comprenant *Lingula mytiloides*, Sow. ; *Productus carbonarius*, de Kon ; *Nucula attenuata*, Fleming, *Sanguinolites*, nous devons ajouter :

Discina nitida, David ; *Aviculopecten*, *Strophomena*, *Entomis*, genres rencontrés également dans Petit Buisson.

Par suite de cette communauté de faune, on peut se demander s'il n'y a pas là un rapprochement à faire.

Si nous comparons les faunes d'eau douce des régions de Petit Buisson et du gisement sous la zone failleuse du Borinage (fig. 1) recoupé par le puits n° 4, Sainte-Désirée ou La Boule du Rieu du Cœur et le puits n° 10 de Grisœuil, nous constatons qu'elles sont constituées des mêmes espèces.

En effet, nous avons trouvé :

I. — Puits nº 4, Sainte-Désirée ou La Boule du Rieu du Cœur :

a) Bouveau sud de 904^{m},50.
Veine nº 1, à 50 m. de longueur.
Naiadites carinata, Sow.
Veine nº 2, à 41 m. de longueur.
Anthracomya Williamsoni, Brown.

b) Bouveau sud à 942 m.
Veine nº 4, à 80 m de longueur.
Carbonicola similis, Brown.
Naiadites carinata, Sow.
Anthracomya Williamsoni, Brown.
Veine nº 5, à 71 m. de longueur.
Naiadites carinata, Sow.
Passée à 64 m. de longueur.
Carbonicola similis, Brown.
Cytherella inflata, M'Coy.

c) Bouveau nord à 942 m.
Passée à 53 m. de longueur.
Naiadites carinata, Sow.
Spirorbis carbonarius Murchison, sur coquille de *Naiadites carinata*.

II. — Puits nº 10, de Grisœuil :

a) Bouveau nord à 1000 m.
Passée à 180 m. de longueur.
Naiadites carinata, Sow.
Carbonicola similis, Brown.
Passée à 157 m. de longueur.
Carbonicola similis, Brown.

b) Bouveau sud à 1100 m.
Passée de l'accrochage.
Naiadites elongata, Hind.
Veine nº 6, à 295 m. de longueur.
Naiadites carinata, Sow.
Cytherella inflata, M'Coy.

c) Bouveau sud à 1150 m.
Passée à 120 m. de longueur.
Naiadites carinata, Sow.
Naiadites elongata, Hind.
Spirorbis carbonarius, Murchison sur coquille de
Naiadites carinata, Sow.
Anthracomya Williamsoni, Brown.

En un mot, la région sous la zone failleuse nous a donné :
Naiadites carinata, Sow. ; *N. elongata*, Hind. ; *Carbonicola similis*, Brown. ; *Anthracomya Williamsoni*, Brown. ; *Spirorbis carbonarius*, Murchison ; *Cytherella inflata*, M'Coy.

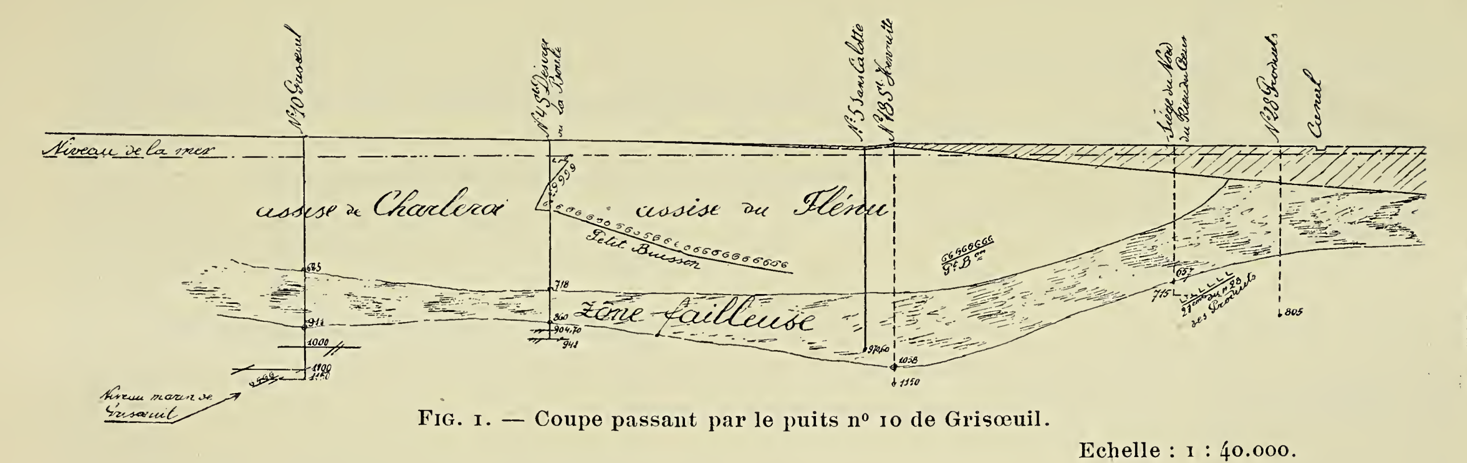


FIG. 1. — Coupe passant par le puits n° 10 de Grisœuil.

Echelle : 1 : 40.000.

LÉGENDE :

Niveaux à faune marine { lingula, lamellibranches, brachiopodes, etc.

Niveaux à Carbonicola, Anthracomya, Naiadites.

Couches	Naiadites elongata	Naiadites carinata	Anthracomya Williamsoni	Anthracomya minima	Carbonicola similis	Spirorbis carbonarius	Cytherella inflata	Assises
Nlle Veine								Assise du Flénu
Gd Hornu								
Gde Veine								
Braise								
Niv. marin								
Buisson								Assise de Charleroi
Torioire								
Angleuse								
Auvergie								
(1) Niv. marin								
Gd Bouillon								

Echelle : 1 : 20.000.

Fig. 2. — Distribution de la faune dans les Assises du Flénu et de Charleroi au Couchant de Mons.

A la suite de recherches que nous avons faites dans le terrain houiller du Couchant de Mons, nous avons pu dresser pour les assises du Flénu et de Charleroi, un tableau de la distribution verticale des espèces de *Naiadites*, *Anthracomya* et *Carbonicola* ainsi que de *Spirorbis carbonarius* et *Cytherella inflata*. Ce tableau (fig. 2) montre que le niveau marin de Buisson est situé dans une région renfermant les mêmes espèces que celles ci-dessus.

Le niveau de Petit Buisson et celui du puits n° 10 de Grisœuil seraient donc des épisodes marins qui auraient interrompu momentanément les dépôts de faune d'eau douce à *Naiadites carinata*, *N. elongata*, *Carbonicola similis*, et *Spirorbis carbonarius*.

D'autre part, on sait que la stampe si caractéristique Petit Buisson-Maton considérée à juste titre par G. Arnould [1], comme un horizon lithologique remarquable du Couchant de Mons est constituée par une formation en notable partie gréseuse atteignant une puissance de 70 m. Cette stampe est reconnue non seulement sur toute la longueur des bassins du Couchant de Mons, mais aussi au sondage de Maurage [2]. Or, les terrains surmontant le niveau marin de Grisœuil sont également constitués par une formation lithologique analogue dont l'épaisseur varie de 80 à 90 m.

Enfin, l'aspect physique du charbon des couches exploitées en profondeur par les puits n° 4 Sainte-Désirée et n° 10 de Grisœuil rappelle bien celui du faisceau de Buisson : charbon relativement dur, brillant, contrastant fortement avec la houille des couches inférieures du bord sud du Couchant de Mons. Disons également qu'on rencontre du gayet dans les exploitations ci-dessus (notamment une layette de 20 cm. de puissance recoupée à 13 m. dans le bouveau nord de 942 m. du puits n° 4, Sainte-Désirée).

On sait que ce charbon d'origine sapropélienne est caractéristique de l'assise du Flénu, qu'il apparaît à la base de celle-ci et même déjà à la partie supérieure de l'assise de Charleroi [3].

En résumé, nous constatons que les niveaux marins de Petit Buisson et du puits n° 10 de Grisœuil :

---

[1] G. Arnould. Bassin houiller du Couchant de Mons. Mémoire historique et descriptif 1878. Librairie H. Manceau, Mons.

[2] P. Fourmarier et X. Stainier. Un niveau marin dans le houiller supérieur du bassin du Centre. *A. S. G. B.* T. XXXVIII, pp. 325 et suivantes.

[3] La couche Cédixée qui se trouve immédiatement sous Buisson renferme au Rieu du Cœur, un gayet de 2 à 3 cm. d'épaisseur.

1° ont même faune marine ;

2° qu'ils sont contemporains de la faune à *Naiadites carinata*, *N. elongata*, *Carbonicola similis*, *Anthracomya Williamsoni*, *Cytherella inflata*, *Spirorbis carbonarius* ;

3° qu'ils sont tous deux recouverts en notable partie d'une épaisseur équivalente de sédiments gréseux ;

4° enfin l'aspect physique de la houille et la présence de gayet rappellent le faisceau de Buisson.

Le rapprochement de ces différents caractères communs permet de conclure, à notre avis, à l'identité des deux niveaux marins.

Dans le bassin du Couchant de Mons, l'assise de Charleroi est surmontée de l'assise du Flénu dont la base est la couche Petit Buisson.

Nul n'ignore que les couches nombreuses et puissantes de l'assise du Flénu font la richesse et la prospérité des sociétés qui les exploitent. La conclusion ci-dessus autorise donc à dire que l'assise du Flénu étant atteinte dans le bassin existant sous la zone failleuse du Borinage, les exploitations pratiquées sous cette zone au Sud du puits n° 10 de Grisœuil seront très probablement fructueuses.

Wasmes, le 20 mai 1921.

Cet exposé est suivi d'un échange de vues entre l'auteur et MM. H. Capiau, J. Cornet, A. Dubar et J. Lesoille. M. J. Cornet, tout en faisant ressortir le grand intérêt de la communication de M. Racheneur, pense que, pour identifier avec certitude le niveau marin de Grisœuil avec celui de Petit-Buisson, il serait nécessaire de trouver à Grisœuil des espèces réellement caractéristiques de Petit-Buisson ou tout au moins une association d'espèces comparable à celle de Petit-Buisson. Les espèces signalées par M. Racheneur à Grisœuil ont une grande extension verticale dans le Westphalien. Cette remarque n'enlève rien du poids des autres arguments de M. Racheneur.

2. **M. J. Cornet** parle du *Terrain crétacé d'Asquilies.*

Présentation d'échantillons. — 1° M. J. Cornet présente des échantillons des étages turoniens traversés par le nouveau puits du Charbonnage d'Hyon-Ciply, à Asquilies.

2° M. Denuit présente les échantillons suivants :

a) Deux empreintes de graines de Ptéridospermées trouvées au milieu de nombreuses pinnules et de fragments de frondes de *Neuropteris gigantea* et *N. heterophylla*.

Les graines sont des *Hexapterospermum*, attribuées par M. P. Bertrand à *Neuropteris gigantea*.

Provenance : toit de Grande Veine du Parc, au puits Ste-Henriette des Charbonnages de Mariemont (Grande Veine du Parc est à 180 mètres en moyenne au-dessus de Veine au Gros).

b) Un *Hexapterospermum* très bien conservé trouvé avec de nombreuses pinnules et une tige de *Neuropteris heterophylla*. A signaler l'absence de toute trace de *Neuropteris gigantea* à qui l'on puisse attribuer cette graine ; celle-ci a été charriée.

Provenance : toit d'une escaillerie, variant de 0 à 10 cm., à 150 mètres environ sous la Veine au Gros. Ceci montre la très grande extension en profondeur de cette espèce.

c) Trois échantillons montrant des fructifications mâles (?) d'une Ptéridospermée dont la détermination est rendue impossible par l'absence de pinnules stériles et par la fossilisation défectueuse.

3. M **H. Capiau** présente des échantillons de Craie de Trivières provenant d'un des puits du Charbonnage du Levant de Mons, vers la profondeur de 40 à 42 mètres.

4. **M. J. Cornet** présente des cailloux roulés de cherts avec fossiles du Calcaire carbonifère (Crinoïdes, *Syringopora*) faisant partie des cailloutis wealdiens de Thieu (Château St-Pierre). Il présente aussi une plaque de phtanite de l'assise de Chokier avec *stylolites*. L'échantillon provient de Sirault. Ces productions n'ont guère, jusqu'ici, été trouvées que dans des calcaires ou des dolomies. Faut-il en conclure que les phtanites houillers sont des calcaires silicifiés ?

La séance est levée à 17 heures $^3/_4$.

Séance ordinaire du 22 mai 1921

Présidence de M. LOHEST, *vice-président*

La séance est ouverte à 10 heures et demie.

M. J. Cornet, président, fait excuser son absence.

Approbation du procès-verbal. — Le procès-verbal des dernières séances est approuvé.

Admission d'un membre effectif. — Le Conseil a admis en cette qualité, M. :

HADJIDIMITRIOU, Polydore, ingénieur des mines, rue St-Loucas, Patissia, Athènes (Grèce), présenté par MM. Lohest et Fourmarier.

Présentation de membres effectifs. — Le Président annonce la présentation de deux membres effectifs.

Décès. — Le Président a le regret de faire part du décès de M. Lindström, membre correspondant, bien connu par ses travaux sur la géologie de la Suède. (*Condoléances.*)

Correspondance. — M. Joly remercie la Société de l'avoir nommé membre effectif.

M. Ch. Fraipont fait excuser son absence.

Pli cacheté. — M. Buttgenbach demande le retrait du pli cacheté qu'il a déposé le 20 février 1921. Ce pli lui est remis en séance.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS

d'Andrimont, Fraipont et *Anthoine.* — Notions de géologie générale, géologie appliquée, géographie physique, hydrologie. Bruxelles, Bothy, 1921.

Compagnie de Jésus. — La Estacion sismologica y el Observatorio astronomico y meteorologico de Cartuja (Granada). Granada, 1921.

Delhaye, F. et *Sluys, M.* — Les Calcaires du Bas-Congo (*Revue Générale de la Colonie Belge « Congo »*, nov. 1920 et févr. 1921). Bruxelles, Goemaere.

Ehrmann, M. — Sur un important mouvement orogénique au début du Crétacique dans la Kabylie des Babors. (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*). Paris, 4 avril 1921.

— *L'Elephas africanus* à Beni-Saf (Oranie). (*Bull. Soc. d'hist. Nat. de l'Afrique du Nord*).

Fourmarier, P. — La tectonique du Brabant et des régions voisines (*Mémoires de la classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. IV, 1920).

Henderson, J. — Geological features disclosed by Excavations at the Proposed Dam site at Arapuni, Waikato River. (*The New Zealand Journal of Science and Technology*, vol. III, nº 4, 1920). Wellington, N. Z.

Lugeon, M. — Notes et publications scientifiques de Maurice Lugeon. Lausanne, 1920.

— Sur la géologie des préalpes internes du Simmental (*Eclogae geologicae Helvetiae*, vol. XVI, nº 1, 1920). Bâle.

Lugeon, M. et *Villemagne, J.* — Sur un ancien lit glaciaire du Rhône entre Léaz et le Pont-Rouge des lisses (Haute-Savoie). (*Comptes rendus Acad. Sciences*, t. 172, janvier 1921). Paris.

Morgan, P.-G. — The tertiary Beds of Central Otago (*The New-Zealand Journal of Science and Technology*, vol. III, nº 1, 1920). Wellington, N. Z.

— — Avoca or Whatarama District-Mount Torlesse Collieries, etc. (*Ibidem*, t. III, nº 3).

— — Tangarakan Coalfield North-Taranaki (*Ibidem*, t. III. nos 5 et 6).

M. Lohest. — J'ai l'honneur d'attirer l'attention sur le mémoire de M. Fourmarier : *La tectonique du Brabant et des régions*

voisines. Ce travail, couronné par la classe des sciences de l'Académie en 1912, vient seulement d'être publié.

Jusqu'à présent, la tectonique du massif du Brabant, malgré les études de Dumont, Gosselet, Malaise, était restée un point obscur de la géologie belge. Dans son mémoire, M. Fourmarier revoit en détail les observations de ses devanciers, les précise, et les complète. Il reproduit sur une carte au 160.000^{e} la synthèse de ses études et parvient à délimiter, sous le manteau des terrains secondaires et tertiaires, l'allure des assises du cambro-silurien du Brabant. L'auteur déduit de ses observations, des conclusions de la plus haute importance pour la connaissance du plissement de l'Ardenne. Tandis que dans le Sud de la Belgique la poussée s'est effectuée en opérant un déversement des plis vers le Nord, il en est autrement dans le Brabant, où les plis sont souvent déversés vers le Sud, ce qui implique pour cette région, des failles à pendage nord. D'après les observations de M. Fourmarier, l'Ardenne, au sens géologique du mot, serait constituée par deux anticlinaux cambriens penchés l'un vers l'autre et séparés par un synclinal étranglé de silurien; d'autre part, les plis hercyniens seraient parallèles aux plis calédoniens, mais le sens de la poussée serait différent ; enfin, l'anticlinal du Brabant se serait accentué dans la suite des âges et les effets de cette accentuation se seraient manifestés au moins jusque dans l'éocène.

M. Fourmarier. — Je dois à mon tour attirer l'attention de nos confrères sur l'ouvrage que viennent d'éditer MM. R. d'Andrimont, Ch. Fraipont et R. Anthoine sous le titre : *Notions de géologie générale, géologie appliquée, géographie physique, hydrologie.* Dans leur préface, les auteurs rappellent que « ce petit traité est pour une partie une synthèse de l'enseignement donné à l'Université de Liége par M. le professeur Max Lohest, » qu' « il ne représente pas l'idée d'un seul, mais celle de toute une école dont M. Max Lohest fournit l'orientation » ; ils terminent cette préface par ces lignes : « Les principes de l'école de Liége ont fait leurs preuves et nous n'avons pas besoin de les défendre. Nous voulons seulement, en éditant ce petit volume, les mettre à la portée de l'Enseignement moyen et des gens du monde. Ce n'est pas en apprenant ce livre que le lecteur deviendra géologue, mais nous pensons qu'il y trouvera les bases suffisantes pour le devenir,

et qu'il lui permettra de lire et d'interpréter une carte et une coupe géologique. Les mots importent peu, les principes sont tout, dans un cours. Tout en restant absolument scientifiques, nous espérons avoir réussi à présenter les choses assez simplement pour être compris par tous et ne rebuter personne ».

Ces citations suffisent à montrer le but et la tendance de l'ouvrage, rédigé simplement et orné de nombreuses figures ; la lecture en est facile ; je souhaite que la première édition de cet ouvrage soit bientôt épuisée, afin que, dans la seconde, les auteurs puissent corriger les erreurs de détail assez nombreuses qu'ils ont laissé passer par inadvertance.

Echange. — Le Conseil a accepté d'échanger les publications de la Société avec celles du Service géologique de Pologne. Il propose à l'Assemblée d'adresser à cet organisme de chaleureuses félicitations au sujet de son initiative, alors que la Pologne vient à peine de reconquérir son indépendance et doit faire face à des difficultés de toute espèce. (*Assentiment.*)

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. Renier, Libert, et Fourmarier sur deux mémoires de M. Racheneur : *Répartition de la teneur en soufre dans les couches du bassin houiller du Couchant de Mons. Quelques mots à propos du phosphore rencontré dans le charbon,* et *Etude sur la densité du charbon des assises du Flénu et de Charleroi du bassin houiller du Couchant de Mons.* Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'Assemblée décide que ces travaux seront insérés dans les Mémoires ; l'auteur sera invité à y apporter quelques modifications, suivant le vœu exprimé par les rapporteurs.

Il est donné lecture des rapports de MM. Renier, Ledouble et Fourmarier sur le mémoire de M. Racheneur : *Stratigraphie du bassin houiller du Couchant de Mons.* Conformément à l'avis des rapporteurs, l'Assemblée décide de renvoyer le travail à l'auteur en le priant de le compléter suivant les indications exprimées dans le rapport de M. Renier.

Nomination de rapporteurs. — Le Président désigne MM. Fraipont, Renier et Stainier comme rapporteurs pour l'examen d'un mémoire de M. Velge : *Les silex taillés d'Abbeville et d'Amiens.*

Communications. — 1. M. **Buttgenbach** donne connaissance d'une *Note préliminaire sur des minerais d'uranium et de radium trouvés au Katanga* ; ce travail paraîtra dans les *Publications spéciales relatives au Congo belge.*

2. M. **Fourmarier** donne lecture de la note suivante :

Observation sur le cheminement des dépôts superficiels

PAR

P. FOURMARIER

On s'imagine difficilement que les dépôts meubles superficiels, limons et cailloux puissent se déplacer sous l'action de la pesanteur s'ils ne se trouvent sur une surface sensiblement inclinée. J'ai déjà attiré l'attention sur l'entraînement des cailloutis sur une faible pente lorsque j'ai examiné les conditions de gisement des dépôts superficiels des sablières du Sart-Tilman. J'ai eu l'occasion de faire récemment une observation venant confirmer mes conclusions antérieures.

Au Nord-Ouest du hameau de Ninane, des carrières sont ouvertes dans les psammites du Condroz pour la fabrication des pavés. L'une de ces excavations se trouve sur le flanc sud du petit mamelon dont le sommet est à la cote 125, et non loin de la crête ; la pente du sol y est donc très faible et ne dépasse pas 4 à 5 degrés ; les bancs de roches sont dirigés à peu près est-ouest et inclinent au Sud de 50 degrés environ ; ils ne sont recouverts que d'une faible épaisseur de limon ; les bancs montrent nettement un déversement vers le Sud dans la partie voisine de la surface avec les dislocations, ouvertures de joints, déplacements de blocs qui sont si caractéristiques du phénomène bien connu de l'inflexion des têtes de bancs sur le versant des vallées.

La surface du sol n'a cependant ici qu'une inclinaison à peine sensible, le dépôt limoneux superficiel est peu important ; les bancs sont redressés et constitués par une roche perméable, de telle sorte que les conditions sont essentiellement défavorables au ruissellement et au glissement vers l'aval, du manteau superficiel.

On peut s'imaginer que, dans le cas de formations argileuses,

c'est-à-dire dans des conditions particulièrement favorables, le transport puisse se faire sur des surfaces présentant une inclinaison insignifiante.

Je conclurai de là que les dépôts superficiels constituent une masse essentiellement mobile et qui, à l'heure actuelle, peut être regardée comme en état de remaniement incessant, bien que la lenteur du cheminement soit tellement grande que nous ne puissions pas l'évaluer par des mesures directes, si ce n'est dans des cas tout particuliers.

M. Dessales. — Ces questions de glissement des terrains superficiels doivent attirer l'attention lors du choix de l'emplacement d'un terril de charbonnage ; sur un terrain en pente à surface argileuse, il se produit des glissements considérables ; il en existe des exemples aux environs de Liége.

M. Lohest. — Il y a, en effet, danger à surcharger par un terril ou autrement, un terrain en pente lorsque le limon superficiel repose sur des schistes; à la partie supérieure de ceux-ci, les eaux d'infiltration sont arrêtées ; il se forme de l'argile qui facilite le glissement des masses surincombantes.

M. Massart. — Au charbonnage de Marihaye, siège Vieille-Marihaye, un terril a été édifié sur un sol incliné ; sous le poids, le limon est refoulé et forme bourrelet au pied du terril.

M. Lagasse. — La tendance des roches à couler suivant la pente de la surface du sol, a été observée, en 1914, dans une carrière de schiste exploité pour dalles, non loin de Neufchâteau. Les bancs sont en dressants, inclinés vers le pied de la colline. Sur environ un mètre, on voit la tête des bancs recourbée vers le bas de la pente. En retournant vers son état originel de plasticité, la roche a cédé à l'action de la pesanteur. Les ordonnées de la courbe par rapport à la tangente, représentée par le prolongement de l'inclinaison, mesurent en quelque sorte le degré d'altération en profondeur.

A propos de plasticité, un phénomène analogue a pu être observé, il y a une vingtaine d'années, à quelques mètres de profondeur, dans une exploitation de terres plastiques du pays d'Andenne.

On sait que ces argiles forment généralement des cuvettes, plus ou moins étendues, reposant sur des sables classés dans le tertiaire.

Leur exploitation est très ancienne. D'ordinaire, elle se fait par puits et galeries qui s'écrasent. Il en résulte un affaissement du sol rempli par les eaux de pluie ; c'est la « basse ».

L'exploitation se poursuit de nos jours en creusant de nouveaux puits autour de la basse.

Après avoir traversé le limon superficiel, le puits pénètre, soit directement dans le gisement exploitable, soit dans le sable sous-jacent, qui est aquifère à une profondeur dépendant de la topographie locale ; on rentre alors dans le gisement par galerie.

Il n'est pas rare que cette galerie en sable traverse des couches d'argile et de lignite, appelé « machuria », ayant la même inclinaison que la base du gisement principal. Dans celui-ci, la stratification n'est pas marquée par des joints, mais par des différences de teinte et de composition de l'argile.

En creusant un puits dans un gisement de Sorée, dont l'allure en plateure régulière était bien connue, on la vit tout à coup se renverser en dressant ; mais un peu plus bas, l'allure redevint normale.

Or, ce puits était creusé sur un bord de la basse, qui avait déjà coulé pour remplir les vides de l'exploitation. Le mouvement avait eu pour résultat d'intercaler un petit dressant dans la plateure.

Dans le limon superficiel, la zone des affaissements est limitée par des cassures verticales. Il se forme des gradins, autour de la basse, qui ne tardent pas à s'atténuer avec les intempéries. Les argiles plastiques fluent en se chiffonnant.

Il est infiniment probable que les gisements d'Andenne sont les vestiges d'une sédimentation beaucoup plus étendue, conservés grâce à un phénomène d'affaissement entièrement naturel. Le sable encaissant repose, en effet, soit sur un substratum calcaire, soit au contact de calcaires avec des schistes ou psammites. Là, où le calcaire a été traversé par des galeries de mines, à Java et à Ben, on y a rencontré du sable.

Les gisements d'argile plastique les plus profonds correspondent précisément aux plus grandes masses calcaires, c'est-à-dire au substratum le plus perméable en grand.

Dans les gisements peu profonds, le contenu de la cuvette a disparu.

Dans ce contenu, il y a une matière bien curieuse, le « bolant » dont l'étude scientifique n'a jamais été faite à ma connaissance.

Si le bolant est du sable boulant, ce n'est pas un simple mélange de sable et d'eau.

A l'état frais, il coule comme du sirop ou du miel. Il s'étale lentement, puis se durcit assez rapidement à l'air. Sa dureté est comparable à celle du plâtre.

Lorsqu'il est de couleur claire, il brille alors au soleil comme un miroir et il a des reflets nacrés superbes. Mais le plus souvent, il est noirci par le machuria qui le recouvre.

On rencontre parfois, interstratifié dans la masse exploitable, du bolant durci. C'est le « bolant pireux ».

Des grès et des quartzites ont pu être d'abord du bolant.

Dans le sable sous-jacent, on trouve quelquefois le « bolant sec ». C'est un sable d'une blancheur et d'une ténuité extraordinaires. Bien que ne contenant pas une goutte d'eau, il est d'une fluidité dangereuse. Néanmoins on peut le traverser par picotage. Son congénère, le bolant aqueux, n'est pas à tenir. Et lorsqu'une galerie d'exploitation s'en est un peu trop approchée, le lendemain matin on peut retrouver tous les travaux remplis.

3. M. **Fourmarier** fait la communication suivante :

A propos de la corrosion des calcaires

PAR

P. FOURMARIER

La surface des roches calcaires présente parfois des traces curieuses dues à la corrosion sous l'action des eaux de ruissellement. C'est ainsi que dans son Traité de géologie (tome I, p. 395. Paris, Armand Colin, 1907), Emile Haug écrit :

« Les surfaces où affleurent des couches de sel gemme (« rochers de sel » de l'Afrique du Nord) ou de gypse sont creusées de rainures simples ou subdivisées, dont les crêtes séparatrices sont remarquablement aiguës. Le ruissellement d'eaux, même très pures,

suffit parfaitement à expliquer ces formes dans un terrain aussi soluble.

» Sur les terrains calcaires, de pareils aspects de ravinement ne peuvent s'expliquer que par une certaine teneur en acide carbonique dans les eaux de ruissellement.

» On sait, en effet, que les eaux de pluie en renferment une quantité assez notable, de sorte que c'est à elles seules que l'on doit attribuer les véritables *ciselures* qui entament souvent les surfaces calcaires. »

J'ai eu l'occasion d'observer ce phénomène dans les terrains calcaires de l'Afrique du Nord et j'ai été frappé de l'aspect très curieux que prennent les rochers corrodés de telle manière ; ces ciselures, assez larges pour y placer un doigt, sont toujours disposées suivant la ligne de plus grande pente de la paroi rocheuse.

En étudiant l'action d'un acide faible sur un fragment découpé par sciage dans un calcaire à Acervularia, j'ai été frappé de voir de fines cannelures se montrer sur les faces de l'échantillon, cannelures qui ne correspondaient nullement à la structure organique comme j'aurais pu m'y attendre.

Pour avoir une idée plus exacte du phénomène, j'ai procédé à des expériences sur des rhomboèdres de clivage de calcite et j'ai obtenu un résultat identique ; les stries produites sous l'action de l'acide ont environ un demi-millimètre de largeur ; leur section est semi-circulaire et elles sont séparées par des crêtes aiguës ; elles se bifurquent parfois, mais elles sont toujours disposées suivant la ligne de plus grande pente de la face attaquée ; aux dimensions près, elles présentent une analogie très grande avec les cannelures de corrosion du calcaire, telles que je les ai observées en Afrique. Il paraît indiscutable que ces cannelures sont dues au dégagement des bulles d'acide carbonique ; on remarque, en effet, qu'elles ne se produisent que sur les faces de l'échantillon tournées vers le bas ; les faces supérieures au contraire montrent des cupules irrégulières.

La production des cannelures s'explique ainsi par l'action des bulles d'anhydride carbonique qui tendent à gagner la surface libre du liquide, glissent sur la paroi inclinée formant obstacle à leur passage, en suivant évidemment la ligne de plus grande pente ; la surface constamment nettoyée grâce au passage des bulles gazeuses est ainsi plus facilement corrodée.

J'ai obtenu des résultats analogues avec des calcaires d'origine diverse ; toutefois, les calcaires argileux s'attaquent d'une façon irrégulière et le phénomène des cannelures ne se manifeste pas.

Ces observations expliquent que dans la nature, les eaux chargées d'acide carbonique ruisselant sur des parois inclinées de calcaire, produisent en un temps très long, une corrosion comparable à celle obtenue au laboratoire par le dégagement d'acide carbonique rafraichissant constamment la paroi attaquée par un acide.

4. Le **Secrétaire général** donne lecture, au nom de l'auteur, de la note suivante :

Premières observations sur le tremblement de terre du 19 mai 1921

PAR

A. RENIER

Je crois intéressant de signaler sous quelle forme j'ai personnellement perçu le tremblement de terre, dont les quotidiens ont donné la nouvelle dans les termes suivants : un ébranlement du sol, à centre très rapproché — environ 45 kilomètres, — a été enregistré à l'Observatoire d'Uccle le jeudi 19 mai à 3 heures 41 m. 45 s., heure d'été.

Au point de vue géographique, mon témoignage n'offre qu'un intérêt relatif, puisque je ne me trouvais, à vol d'oiseau, qu'à environ 5 kilomètres au N.-E. de l'Observatoire. Mais à cette heure matinale, rares ont, sans doute, été ceux qui étaient bien éveillés.

Peu avant 4 heures, j'ai perçu un bruit sourd ; puis, tout aussitôt, la maison, fondée en déblais sur l'argile asschienne du Ketelberg, s'est mise à vibrer fortement, durant quelques secondes, comme — mais plus longuement que, — au passage d'un camion automobile sur le pavé de la rue. Tendant l'oreille, je m'assurais d'ailleurs aisément que telle ne pouvait être la cause de cette trépidation insolite.

Quelques instants auparavant, la clinche de la porte d'une chambre voisine avait spontanément joué avec bruit, toutes

fenêtres et portes étant fermées. Peut-être était-ce là une secousse prémonitoire.

Lors de la secousse principale, bien que couché, je n'ai pas perçu de mouvement oscillatoire. (1)

Session extraordinaire. — **Le Secrétaire général** prie les membres qui auraient un projet à présenter en vue de l'organisation de la prochaine session extraordinaire, de lui en faire part avant la prochaine séance.

La séance est levée à midi.

---

(1) Mon état de santé ne m'a pas permis de faire une enquête detaillée. Des renseignements que m'ont obligeamment communiqués une série de correspondants, il résulte que l'aire ébranlée ne s'est pas étendue à la région houillère. La secousse n'a été perçue dans aucun charbonnage, soit au fond, soit à la surface. Ainsi à Bracquegnies (M. Watelet), à Morlanwelz (M. Denuit), à Ransart (M. Harzée), à Marcinelle (M. Leblanc), à Tamines (M. Timmermans), à Namur (R. P. de Greeff). Renseignement également négatif vers l'est à Eysden Ste-Barbe (M. Demeure). Il semble donc bien exact que, comme on l'a dit, le phénomène a été presque localisé en Brabant wallon, et particulièrement fort à Tubize.

Séance extraordinaire du 17 Juin 1921

Présidence de M. J. Cornet, *président*

M. Ch. Stevens *remplit les fonctions de secrétaire*

La séance est ouverte à 16 heures dans la bibliothèque du laboratoire de géologie de l'Ecole des Mines, à Mons.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire du 20 mai 1921 est approuvé.

Communications. — 1. M. M. **Sluys**, en son nom et en celui de M. F. Delhaye, en mission géologique dans le Ruanda, présente et commente *Quelques coupes géologiques du Congo occidental.* Cet exposé est la suite de la communication des mêmes auteurs : *Les grands traits de la tectonique du Congo occidental. Structure et stratigraphie du bassin schisto-calcareux* (Annexe au t. XLIII des *Annales*, p. 57). Les coupes en question seront publiées dans le travail de MM. Delhaye et Sluys sur la géologie du Congo occidental, en ce moment à l'impression.

2. M. M. Sluys expose le contenu d'une note préliminaire sur *La région métallifère du Niari et de Djue* (*Afrique équatoriale française*), par F. Delhaye et M. Sluys. Ce travail paraîtra dans les *Publications relatives au Congo belge et aux régions voisines.*

Présentation d'échantillons. — M. L. **de Dorlodot** présente des échantillons d'un calcaire provenant de la Lenda, dans la vallée de laquelle il forme des falaises à pic. Ces échantillons (R. C. : 2604, 2608, 2633, 2635) font partie d'un envoi reçu au Musée du Congo belge le 24 septembre 1913 et adressé par M. le colonel Henry. D'après les itinéraires et les localités, il s'agit de la petite rivière de la rive droite qui a son confluent un peu en aval des Chutes de Yanga et non de celle du même nom qui vient du SE et se réunit à l'Ituri assez loin en amont d'Avakubi.

M. Passau a d'ailleurs signalé dans cette région Panga-Avakubi, et plus particulièrement entre Aragungu et les Chutes de Yanga, la

présence de couches d'un calcaire compact, rose, siliceux, surmontant des couches gréseuses et psammitiques appartenant au système du Kundelungu (t. XXXVI, p. M 221).

Un itinéraire de la collection dont il est question ici : de Penghe (Pendjé) à Cambi ya Udongo, après avoir passé l'Epula et la Titu et franchi un important massif granitique redescend dans une vallée, où coule une rivière indiquée comme la Senda, creusée principalement dans des roches éruptives basiques. Il est donc vraisemblable que les calcaires se rencontrent en aval, plus près du confluent avec l'Ituri.

S'il en est bien ainsi, on a affaire à un niveau spécial dans les calcaires reconnus dans les environs.

Ce qui fait l'intérêt de ces calcaires, c'est que, formés d'une pâte fine, homogène, gris légèrement bistre, ils renferment, régulièrement disposées, des séries parallèles de cônes ou cylindres à disques empilés siliceux avec enduit parfois noirâtre. Le diamètre ne dépasse pas 5 cm. et l'espace intermédiaire est à peu près égal. Ce qui est remarquable, c'est la disposition en quinconces de ces sortes de polypiers : un nouvel empilement se formant entre les autres au niveau de leur terminaison. La falaise, d'après ce qu'a pu me dire le colonel Henry, montre cet aspect régulier en relief sur une assez grande épaisseur de calcaire.

La séance est levée à 18 heures.

Séance ordinaire du 19 Juin 1921

Présidence de M. Max Lohest, *vice-président*

M. Cornet, président, empêché, fait excuser son absence.

Approbation du procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance est approuvé.

Admission de membres effectifs. — Le Conseil a admis en cette qualité, MM. :

Guillaume, Charles, ingénieur civil des mines (A. I. Lg.), 9, rue de la Poste, à Spa, présenté par MM. P. Questienne et Max Lohest.

Burgeon, Jules, ingénieur, 10, rue Joseph Dupont, à Bruxelles, présenté par MM. d'Andrimont et Dapsens.

Décès. — Le Président fait part du décès de M. Paul Briart, membre effectif. (*Condoléances.*)

Correspondance. — MM. Ch. Fraipont et de Radzitsky font excuser leur absence.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau ; des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS :

Buttgenbach, H. — Description des éléments des sulfures, chlorures, fluorures et des oxydes des métaux du sol belge. (*Acad. royale des Sciences, Mémoires in*-8° ; 2e série, t. VI.)

Ehrmann, F. — Le jurassique moyen et supérieur dans la chaîne des Babors (Algérie). (*Soc. d'hist. nat. de l'Afrique du Nord,* Alger.)

— Le trias de la Kabylie des Babors (Algérie). (*Ibid.*, Alger.)
— L'*Élephas africanus*, à Beni-Saf (Oranie). (*Ibid.*, Alger.)
— Sur un important mouvement orogénique au début du Crétacique dans la Kabylie des Babors. (*C. R. Acad. Sciences*, 4 avril 1921.)

Stamp, L.-P. — Note sur la géologie du Mont Aigu et du Mont Kemmel. (*Soc. géol. du Nord*, t. XLIV. Lille, 1919.)
— On Cycles of Sedimentation in the Eocene Strata of the anglo-franco-belgian basin. (*Geol. Magazine*, vol. LVIII, march-may 1921. London.)
— *and Priest, S.* — Excursion to Berley and Berley heath. (*Proceedings of the geologist's Association*, vol. XXXI, 1920. London.)
— Excursion to Tilbraston Hill and Nutfield. (*Ibid.*, t. XXXII.)
— The geology of the Swantcombe Eocène Outlier, Kent, and report of the excursion. (*Ibid.*, t. XXXI.)
— On the Beds at the Base of Ypresian (London Clay) in the anglo-franco-belgian basin. (*Ibid.*, t. XXXII.)

Nominations de rapporteurs. — Le Président désigne MM. Ch. Fraipont, P. Fourmarier et A. Renier pour faire rapport sur un mémoire de M. Gilkinet : *Plantes fossiles de l'argile plastique d'Andenne.*

Communications. — 1. Au nom de M. **Ch. Fraipont**, empêché, le Secrétaire général donne communication du programme de la session de l'Institut international d'Anthropologie qui se tiendra à Liége du 25 juillet au 1er août 1921. La deuxième section, dont le programme intéresse plus particulièrement les membres de la Société, comporte les questions suivantes :

1° Technique des fouilles ;

2° Enquêtes générales et entente internationale relatives à :

a) Les industries les plus primitives ;

b) Les époques glaciaires et les terrasses ;

c) Les migrations humaines anciennes dans leurs rapports avec la dispersion des industries ;

d) Les origines de l'art ;

e) Les mégalithes ;

f) La chronologie et les subdivisions du néolithique ;
g) L'âge des fonds de cabane dits omaliens ;
h) La période et l'industrie dites tardenoisiennes ;
i) Le rite de l'incinération, spécialement à l'époque néolithique.

2. M. **Fourmarier** fait en nom commun avec M. **Devletian** la communication suivante en montrant les échantillons à l'appui :

Observations préliminaires sur la teneur en soufre des charbons

PAR

P. FOURMARIER ET M. DEVLETIAN

La teneur en soufre du charbon peut varier considérablement d'une couche de houille à l'autre ; elle peut, dans certains cas particuliers, atteindre 8 %, mais c'est là une teneur exceptionnelle dans nos bassins houillers. Encore, deux analyses d'échantillons prélevés dans une même couche pourront-elles donner des résultats très différents suivant la manière dont la prise d'essai a été faite; ces anomalies tiennent à ce que le soufre est réparti irrégulièrement dans le charbon.

Le soufre peut exister dans la houille sous diverses formes ; en règle générale la majeure partie s'y trouve à l'état de pyrite ou de marcassite ; à moins que leur proportion soit très faible, ces minéraux sont bien visibles à l'œil nu ; leur teinte jaune tranche, nettement d'ailleurs, sur le noir du charbon.

Le présent travail n'a nullement une portée générale ; nous avons eu seulement pour objet d'apporter quelques données d'observations relatives à la manière dont le soufre est distribué dans la houille et à son origine probable.

Il a souvent été constaté que les couches les plus riches en soufre ont un toit à faune marine et l'on a voulu voir dans ce caractère une relation de cause à effet. Notre but en entreprenant cette étude, a été également de rechercher si cette conclusion est bien fondée ; nous avons examiné à cet effet le charbon et le toit de plusieurs couches provenant du bassin de Liége et des Plateaux de Herve et du bassin de la Campine.

Pour des raisons d'ordre commercial, les directeurs de charbonnages préfèrent ordinairement que le public ne soit pas renseigné sur la teneur en soufre des charbons qu'ils exploitent. Aussi nous excusera-t-on de ne pas citer les charbonnages d'où proviennent les échantillons examinés.

1. BASSIN DE LIÉGE (partie centrale). *Couche Charnaprez*, renseignée comme particulièrement sulfureuse, par le charbonnage qui nous a fourni les échantillons.

Teneur en soufre : toit	....	0.45 %
Couche : lit supérieur	....	7.8 %
lit inférieur	....	2 %

Le toit est constitué par un schiste gris, compact, finement pailleté de mica, renfermant de ci-de là, des nodules plats de sidérose. Des fossiles marins n'ont pas été trouvés à ce niveau. M. Stainier y signale la présence de *Carbonicola* dans deux charbonnages du Bassin.

Le lit supérieur de la couche est formé de charbon brillant zonaire; une de ces zones, épaisse de 5 à 10 millimètres, est chargée de pyrite en petits grains ; au voisinage se trouve un niveau constitué par des nodules plats pyriteux ; les diaclases sont tapissées par endroits de minces enduits de pyrite jaune, brillante, parfois aussi par de la calcite.

Le lit inférieur est en charbon brillant avec petits lits minces discontinus de houille daloïde ; on n'y remarque pas de pyrite comme dans le lit supérieur.

2. BASSIN DE LIÉGE (partie occidentale). *Couche Grosse-Veine* (Delyée Veine de Seraing) signalée comme étant très sulfureuse par le charbonnage d'où proviennent les échantillons analysés :

Teneur en soufre :

Toit	....	0.7 %
Couche : lit supérieur	....	1.6 %
lit inférieur	....	1.7 %

Le toit est un psammite schisteux zonaire ; nous avons observé au contact de la couche un lit de 2 centimètres de schiste très charbonneux, compact, à rayure noire brillante, collant à la roche et que les mineurs désignent sous le nom de « croha » ; ce lit est

bourré de restes organiques profondément décomposés ; son contact avec le psammite zonaire qui le surmonte est parfois souligné par la présence de nodules de sidérose. Dans la roche même du toit, un lit est formé de nodules de sidérose d'aspect assez spécial, caractérisé notamment par la teinte verdâtre qu'ils présentent parfois dans la cassure. A notre connaissance, des fossiles marins n'ont pas été signalés à ce niveau.

Le lit supérieur de la couche est un charbon brillant barré de petits lits de fusain (houille daloïde) ; on y remarque la présence de pyrite jaune, brillante, en minces enduits dans des diaclases perpendiculaires à la stratification ainsi que dans des joints obliques avec stries de glissement.

Le lit inférieur est également formé de charbon brillant, mais la houille daloïde y est beaucoup plus abondante ; dans les joints se voient des enduits pyriteux, mais ils sont moins apparents que dans le lit supérieur.

La présence de fusain en grande proportion nous a fait penser que cette houille spéciale pourrait avoir quelque influence sur la teneur en soufre ; nous l'avons analysée à part ; sa teneur a été trouvée de 1.7 % comme pour la houille brillante encaissante.

3. Bassin des Plateaux de Herve. *a) Couche Beaujardin ou Première Miermont.* — Cette couche était particulièrement intéressante à examiner : elle est, en effet, caractérisée dans le Pays de Herve par son toit renfermant de gros rognons sidéritifères à coquilles de *Goniatites* ; son toit représente donc un niveau marin typique.

Nos analyses ont donné :

Teneur en soufre :	
Toit	1.0 %
Toit contre la couche	0.25 %
Charbon	2.5 %

Le charbonnage d'où proviennent les échantillons nous a signalé une teneur de 3 % dans le charbon.

Le toit pris au voisinage immédiat de la couche est un schiste noir, fin, à rayure grise, renfermant par endroits de petits nodules pyriteux ; il renferme des traces de végétaux et de restes animaux.

La couche elle-même est formée d'un beau charbon brillant renfermant un assez grand nombre de petits lits discontinus de fusain ; par endroits, on observe de minces enduits de pyrite jaune brillante dans des diaclases.

b) *Couche Quatre-Jean.* — Nos analyses ont donné :

Teneur en soufre :

Toit	0.38 %
Charbon	1.2 %

Le toit est formé de schiste noir compact, se débitant en gros feuillets, avec nombreux débris de végétaux ; il renferme quelques nodules de sidérose aplatis suivant la stratification.

La couche est faite de charbon brillant avec lits de fusain ; la pyrite n'y apparaît pas à l'œil nu.

4. Bassin de la Campine. a) *Couche du faisceau de Genck.* — Cette couche a été signalée à notre attention par sa haute teneur en soufre ; les analyses faites par les soins du charbonnage qui l'a traversée dans ses puits, ont donné 8.24 % de soufre ; nous n'avons pu trouver une teneur aussi élevée, bien que nous ayons procédé à plusieurs essais dans des conditions différentes. Nous avons obtenu :

Teneur en soufre :

Toit à 2 m. de la couche	0.4 %
» 1.50 m. de la couche ..	0.3 %
» 1.00 » » ...	0.39 %
» 0.50 » » ..	0.28 %
Toit contre la couche	0.57 %
Mur	0.9 %
Charbon (échantillon total)	5.3 %
» parties brillantes	2.6 %
» parties mates	2.1 %

Au contact de la couche, le toit consiste en un psammite zonaire, avec débris de végétaux hachés ; un échantillon montre localement un mince enduit de pyrite suivant un joint de stratification couvert de charbon. Plus haut, le toit est formé de schiste fin à rayure grise, avec débris de coquilles de lamellibranches. Notre confrère M. Renier, qui a examiné ce toit, y a trouvé des *Lingules* ; il s'agit donc bien d'un toit à fossiles marins.

Le mur au voisinage de la couche est un schiste noirâtre, fin, feuilleté, renfermant de nombreux débris de végétaux, notamment :

Stigmaria ficoides
Neuropteris gigantea
Sigillaria sp.

Sur un fragment, nous avons observé un peu de pyrite couvrant des fragments de végétaux.

Le charbon est formé de lits brillants et de lits d'aspect plus mat, entre lesquels se voient, par endroits, de minces intercalations de houille daloïde (fusain) ; la couche renferme, disposés suivant la stratification, des nodules aplatis, durs, compacts, d'un jaune verdâtre plus ou moins foncé, donnant au contact de l'air des efflorescences blanches, tandis que la cassure fraîche montre de petits points d'un jaune brillant ; ces caractères indiquent clairement que ces nodules sont formés essentiellement par de la marcassite.

Le charbon est divisé par des diaclases suivant deux directions à peu près perpendiculaires ; ces joints renferment de minces lames d'un jaune brillant, prenant par altération une teinte brune ; ce sont là les caractères de la pyrite ; d'ailleurs, nous y avons trouvé de petits cristaux que M. le professeur Cesàro a bien voulu examiner et a déterminés comme tels ; le remplissage des joints est parfois aussi constitué partiellement par de la calcite, surtout lorsque l'épaisseur du dépôt est assez grande. Dans certains lits, la pyrite est tout particulièrement abondante par suite du grand nombre de petites diaclases présentant toutes un enduit de pyrite au point que, dans la cassure, le charbon semble coupé par une zone presque entièrement formée de pyrite ; un examen attentif montre qu'il n'en est rien et que ce minéral n'existe qu'en mince enduit dans des cassures très rapprochées.

b) *Couche voisine de la précédente* mais paraissant plus pure quant au soufre.

Nos analyses ont donné :

Teneur en soufre :

Toit	2.15 %
Couche : charbon brillant	2.4 %
» mat	1.6 %

Le toit est un schiste très noir, fin, charbonneux, très feuilleté,

rempli de tiges de *calamites* disposées à plat suivant la stratification. Localement se montrent des traces de pyrite ; les diaclases renferment aussi de petits cristaux de pyrite.

Le charbon est formé de zones alternantes de charbon mat et de charbon brillant avec quelques lits de fusain ; de-ci de-là se montre un grain de pyrite ; dans les diaclases se sont formés de nombreux petits *scalénoèdres de calcite.*

La présence de zones mates et brillantes nous a portés, comme pour la couche précédente, à faire des analyses séparées de ces deux types de charbon et la teneur en soufre y est quelque peu différente. Il est à remarquer que, dans les deux cas, la partie mate renferme moins de soufre que l'autre ; mais nous ne voudrions pas généraliser cette observation, le nombre de nos analyses étant absolument trop restreint.

Conclusions. — Bien que nos recherches n'aient porté que sur un très petit nombre de couches, nous croyons pouvoir en tirer dès maintenant quelques indications intéressantes.

Il est ordinairement admis que les couches de houille dont le toit renferme une faune marine sont plus riches en soufre que les autres. La découverte de *lingules* dans la première couche que nous avons examinée du bassin de la Campine semble venir à l'appui de cette manière de voir.

Mais nous ferons observer que la couche Charnaprez dans laquelle on n'a pas signalé de fossiles marins jusqu'ici est aussi riche en soufre que la précédente.

D'autre part, la couche Beaujardin (Bouxharmont ou Première Miermont) des Plateaux de Herve, renferme à peine plus de soufre que des couches dont le toit n'a pas de fossiles marins.

La règle ne paraît donc pas avoir un caractère de généralité aussi absolu qu'on semble l'indiquer parfois.

En admettant même qu'il y ait une relation, dans la majorité des cas, entre la teneur en soufre du charbon et la présence d'un toit à faune marine, on peut se demander quelle est l'origine du soufre.

Deux hypothèses sont à envisager : ou bien le soufre, contenu essentiellement sous forme de pyrite, provient de la couche elle-même, ou bien il provient du toit ; on sait en effet que, dans certaines conditions, il se forme aujourd'hui des dépôts marins riches

en sulfure de fer. La pyrite, appartenant originellement aux sédiments du toit, aurait ainsi pu émigrer ultérieurement pour venir se concentrer dans la couche.

Dans tous les cas que nous avons examinés, le toit s'est toujours montré plus pauvre en soufre que la couche sur laquelle il repose ; on pourrait tout au moins s'étonner que si, à l'origine, les boues du toit avaient été si favorables à la concentration du sulfure de fer, elles aient perdu si aisément cette propriété par la suite.

Mais un fait plus intéressant nous paraît se dégager de l'étude de la couche *a* du bassin de la Campine ; en effet, le sulfure de fer s'y rencontre sous deux états bien distincts : les nodules disposés suivant la stratification sont en marcassite ; dans les joints de clivage, le sulfure de fer est à l'état de pyrite. Nous pensons qu'il est rationnel d'admettre que la pyrite est une forme plus stable du sulfure de fer que la marcassite; en effet, dans les roches métamorphiques, le sulfure de fer a cristallisé sous forme de pyrite. Nous estimons donc que le sulfure de fer se trouvait originellement réparti dans la couche sous forme de rognons de marcassite, disposés à plat suivant la stratification ; par la suite, une partie de ce sulfure a recristallisé dans les diaclases et a pris une forme plus stable, donnant naissance à la pyrite.

Nous avons observé un fait analogue dans l'échantillon de la couche Charnaprez qui nous a été soumis ; ici encore nous trouvons du sulfure disposé suivant la stratification, mais il semble être à l'état de pyrite ; il est très intimement uni au charbon et se présente en très petits grains disséminés dans la houille, et il nous paraît ainsi antérieur aux enduits de pyrite plus pure, bien brillante, que l'on observe dans les diaclases et joints de glissement, où elle est sans aucun doute d'origine secondaire.

Nous concluons de là que le soufre des charbons vient de la couche elle-même, que la nature du toit n'a eu vraisemblablement aucune influence ou du moins n'est intervenue que comme agent très secondaire dans les modifications postérieures à la sédimentation.

Mais il faut pouvoir expliquer la relation fréquemment observée d'une teneur en soufre relativement élevée dans les couches dont le toit renferme une faune marine. Il est certain qu'une couche de houille, à laquelle succède immédiatement un toit de schiste

fin, chargé de matières organiques et renfermant des coquilles marines, a pu se former dans des conditions différentes de celles d'une couche surmontée d'un toit à plantes terrestres, étalées à plat et bien conservées ; on peut supposer que la première s'est formée dans un endroit plus favorable à l'arrivée des eaux marines ; il a donc pu y avoir des différences dans la nature et la composition des eaux, dans leur état de stagnation, dans la nature des végétaux, dans l'apport d'éléments étrangers, etc.

Toutefois, ces conditions différentes marquées par la nature du toit n'étaient pas nécessairement réalisées dans tous les cas, puisque nos analyses indiquent la présence d'une teneur normale en soufre dans des couches surmontées d'un toit à fossiles marins.

On voit par là qu'il ne faut pas se hâter de généraliser et que la question est, en réalité, plus complexe qu'on ne pourrait le croire au premier abord ; il est à souhaiter que de nouvelles données viennent compléter ces recherches que nous n'avons fait qu'ébaucher.

Laboratoire de Géologie appliquée
Juin 1921. *de l'Université de Liége.*

M. **Dessales** signale que des études de ce genre ont été entreprises par le Bureau des mines des Etats-Unis.

M. **Bogaert** pense que des recherches intéressantes pourraient être faites sur le charbon de Castagnette au Bois-d'Avroy ; cette couche renferme un lit pyriteux d'épaisseur variable, ne collant pas à la couche ; il rappelle qu'autrefois, au charbonnage de Marihaye, le lavoir était aménagé de manière à retirer les nodules pyriteux de Castagnette, qui étaient envoyés aux fabriques d'acide sulfurique.

M. **Lohest** est convaincu du bien-fondé des explications que vient de donner M. Fourmarier ; cependant la pyrite émigre dans les roches avec une facilité déconcertante, par exemple dans les nodules de sphérosidérite renfermant des goniatites dont le test est pyritisé.

M. **Anten** demande pourquoi il y a parfois plus de soufre dans le charbon brillant.

M. Fourmarier. — Dans les échantillons examinés, cette proportion plus grande peut s'expliquer par ce fait que le charbon brillant est traversé par des diaclases en bien plus grand nombre que le charbon mat ; or toutes ces diaclases renferment un mince enduit pyriteux.

3. **M. Lohest** montre un moulage en verre d'un très gros cristal de diamant trouvé récemment dans la Colonie du Cap ; ce cristal est un octaèdre à arêtes courbes et à faces bombées. Ce qui caractérise presque toujours les cristaux de diamant, c'est que leurs arêtes et leurs faces sont courbes, ce qui leur donne fréquemment un aspect sphérique [1].

A ce sujet, on peut rappeler les considérations suivantes [2] :

« Si l'on observe au microscope une solution saturée à chaud d'oléate d'ammonium dans l'alcool, on voit, pendant le refroidissement, se former de petits cristaux qui affectent la forme d'une double pyramide à angles arrondis et présentent les caractères optiques des cristaux uniaxes. Il est vraisemblable que l'arrondissement des arêtes est dû à la tension superficielle et on peut imaginer tout de suite que toutes les fois qu'un cristal se forme en milieu liquide, il s'établit un régime d'équilibre entre les forces dissymétriques qui tendent à limiter le réseau par des surfaces planes et les forces de tension superficielle qui tendent à faire prendre au cristal la forme d'une sphère. En raison de l'intensité relativement grande de ces forces dissymétriques, la planité des faces est le plus souvent réalisée ; mais le cristal prend la forme qui se rapproche le plus de la forme de la sphère, par l'étendue et la forme respectives des faces ; nous savons déjà que c'est ainsi qu'il satisfait à la loi de tension superficielle minima. »

Le diamant de Kimberley se rencontre dans une roche basique d'origine profonde ; il a donc cristallisé vraisemblablement en milieu liquide. Les considérations précédentes présentent ainsi quelque intérêt à cet égard.

M. Bogaert fait observer qu'il y a lieu de considérer non seulement la tension superficielle dans le corps en voie de cristallisation mais aussi la tension du milieu ambiant.

La séance est levée à midi.

(1) H. Buttgenbach : Les minéraux et les roches, p. 231.

(2) H. Guilleminot : Les nouveaux horizons de la science, I, p. 244. — Paris, Masson et Cie, 1913.

Séance extraordinaire du 15 Juillet 1921

Présidence de M. J. CORNET, *président*

M. Ch. STEVENS *remplit les fonctions de secrétaire*

La séance est ouverte à 16 heures dans la Bibliothèque du laboratoire de géologie de l'Ecole des Mines, à Mons.

Le procès-verbal de la séance extraordinaire du 17 juin 1921 est approuvé.

Correspondance. — M. H. Capiau fait excuser son absence.

Communications. — 1. M. **L. de Dorlodot** fait une communication, en montrant les échantillons y relatifs, sur : *Quelques roches de la formation schisteuse à itabirites et des formations plus anciennes du Camp de May* (Moto). Ce travail paraîtra dans les *Publications spéciales relatives au Congo belge.*

2. M. **M. Sluys,** en son nom et en celui de M. **G. Cornand,** résume le contenu d'un travail ayant pour titre : *Observations géologiques dans l'Atlas occidental* (*Oued Nfis et Oued Agoundis*).

Présentation d'échantillons. — 1. M. **J. Cornet** présente deux échantillons d'*Aturia zig-zag* Sow. *spec.*, l'un entier, l'autre séparé en plusieurs fragments montrant la structure de la coquille. Ces fossiles proviennent des Argilites de Morlanwelz (Yprésien) et ont été récoltés aux puits du Placard et de Trazegnies. Ils font partie de la collection A. Briart.

2. M. **J. Cornet** présente des échantillons d'une intercalation de schiste avec charbon que l'on observe dans le calcaire à *Productus giganteus* (V2*c*) exploité dans la carrière Duchateau, à Blaton. Ces échantillons sont : schiste de *mur* avec racines de *Stigmaria,* charbon brillant (anthracite), schiste de *toit* sans fossiles visibles. Le lit de charbon ne dépasse pas un centimètre d'épaisseur et ne semble pas être continu.

La séance est levée à 17 heures 45.

Séance ordinaire du 17 Juillet 1921

Présidence de M. Max LOHEST, *vice-président*

M. J. Cornet, président, fait excuser son absence.

Approbation du procès-verbal. — Le procès-verbal de la dernière séance est approuvé.

Décès. — Le Président fait part du décès de MM. Alf. Lemonnier et Leboutte, membres effectifs *(Condoléances).*

Présentation de membres effectifs. — Le Président annonce la présentation de deux membres effectifs.

Présentation de membres correspondants. — Le Président annonce la présentation de 20 membres correspondants.

Correspondance. — Le service géologique de Pologne remercie la Société d'avoir accepté l'échange des publications.

Ouvrages offerts. — Les ouvrages reçus depuis la dernière séance sont déposés sur le bureau ; des remerciements sont votés aux donateurs.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. Fraipont et Renier sur le travail de M. Velge : *Les silex taillés d'Abbeville et d'Amiens.* Le troisième rapporteur s'est récusé, mais en présence de l'avis conforme de ses deux collègues, l'assemblée décide qu'il y a lieu de renvoyer le travail à l'auteur avec communication de ces rapports.

Il est donné lecture des rapports de MM. Fraipont, Fourmarier et Renier sur le mémoire de M. A. Gilkinet : *La Flore des Argiles plastiques d'Andenne.* Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée vote l'impression dans les *Mémoires in-4°*.

Publications. — L'assemblée autorise le secrétaire général à faire imprimer, sans attendre la prochaine séance, les travaux pour lesquels les rapports seraient unanimement favorables.

Plis cachetés. — M. Buttgenbach dépose deux plis cachetés qui sont contresignés en séance par le président et le secrétaire-général.

Communications. — 1. M. **H. Buttgenbach** fait la communication suivante en montrant les échantillons à l'appui :

Sur des sables titanifères et zirconifères de la côte orientale d'Amérique

PAR

H. BUTTGENBACH

Lors d'un récent voyage aux Etats-Unis, j'ai eu l'occasion de visiter une intéressante exploitation de sables qui se fait en Floride, sur la côte de l'Atlantique, entre *Jacksonville* et *St-Augustine*, spécialement près de *Pablo-Beach*. Les sables exploités sont les sables de la plage et des dunes. Ils contiennent environ 10 % de minéraux lourds que l'on recueille à l'aide de tables genre Wilfley. Ces concentrés sont ensuite soumis à une séparation électro-magnétique, qui donne en moyenne :

57 % d'ilménite,
20 % de zircon,
8 % de rutile,
2 % de monazite,
13 % de résidus comprenant du disthène,
de la staurotide et d'autres silicates.

Tous ces minéraux sont en grains de dimension très réduite, inférieure à ½ millimètre. Le zircon est incolore et montre encore la forme de prismes rectangulaires terminés par des pyramides plus ou moins aiguës ; les arêtes sont arrondies. La monazite, jaune ou brunâtre, se présente en grains brisés, parmi lesquels on trouve de nombreuses lamelles de clivage perpendiculaires à une bissectrice négative. Le rutile et l'ilménite sont en grains arrondis.

Il paraît que les sables de la côte, depuis Charleston jusqu'au Sud de la Floride, soit sur près de 1000 kilomètres, comprennent ces minéraux, mais la seule partie exploitable s'étendrait en Floride sur une cinquantaine de kilomètres. Ces minéraux proviendraient des Monts Alleghany ; amenés dans l'Atlantique par les nombreuses rivières qui traversent la Virginie et les Carolines, ils seraient rejetés vers le Sud par les courants côtiers. Un enrichissement paraît se produire sur la plage par l'action du vent, car, seules, les parties de la plage s'étendant entre les dunes et l'estran sont exploitables.

2. M. **Moressée** donne connaissance des deux notes ci-après :

Observations relatives à la grande dolomie (V1 *by*)

PAR

G. MORESSÉE

Les observations que j'ai l'honneur de communiquer à la Société Géologique ont été presque exclusivement faites dans la carrière des Dolomies de Vezin, à environ 450 mètres de la gare de Sclaigneaux, sur la route de Vezin, à sa bifurcation avec la route de Somme. La dolomie est exploitée pour desservir des cubilots à fritter, à partir du niveau de chargement de ceux-ci, soit à environ 10 mètres au-dessus du sol. L'épaisseur exploitée est d'environ 20 à 25 mètres.

STRATIFICATION. — La stratification n'est pas discernable à vue ; l'observateur qui se trouve à la gare de Sclaigneaux devant le massif de dolomie qui borde la ligne du Nord est frappé par la structure parallélipipédique que la roche affecte partout où elle émerge des talus. De grands prismes verticaux de roches paraissent limités par deux réseaux principaux de cassures, l'un à peu près parallèle à la direction de la Meuse, l'autre à peu près perpendiculaire ; à première vue l'observateur croit se trouver devant des terrains redressés et est tenté de choisir l'un de ces deux plans de cassures comme plan de stratification. Nous savons que ce serait là une erreur. Les bancs de dolomie plongent légèrement vers la Meuse et vont réaffleurer sur l'autre rive où ils sont bien visibles à Marche-en-Prés dans les carrières Tonglet,

qui exploitent le calcaire viséen qui les surmonte. Le contact est également visible près de la gare de Sclaigneaux, au-dessus de l'arête de la montagne sensiblement dans l'aplomb du chargement en gare des oligistes de Sclaigneaux ; il existe là un petit bassin calcaire non renseigné sur la feuille Andenne-Couthuin de la carte géologique. Les couches de dolomie sont donc sensiblement horizontales, en pente assez faible vers la Meuse.

A la carrière, cette stratification n'apparaît d'aucune manière dans l'abatage et le débitage des massifs rocheux émergents des talus boisés ; en-dessous, deux plans de stratification sont discernables dans l'exploitation, mais les joints sont très serrés, raboteux, mal marqués et les mines qui les atteignent ne s'y déchaussent que péniblement. La présence du petit bassin calcaire au-dessus de la gare de Sclaigneaux démontre que les bancs de dolomie exploités aux Dolomies de Vezin, sont les derniers de l'assise. Ce sont ces mêmes bancs que nous voyons sous les calcaires à Marche-en-Pré, où ils se montrent avec une stratification bien marquée et à joints rapprochés. Retenons le fait.

Faune. — Les collections sont généralement très pauvres en fossiles de la grande dolomie ; j'en ai récolté assez bien et en ai remis une collection choisie à notre regretté collègue Destinez, qui en a fait en son temps l'étude déterminative, étude qu'il se proposait de présenter à la Société Géologique en même temps que la présente. Je me bornerai à situer cette faune :

a) Depuis le niveau du sol jusqu'à un niveau du gueulard des fours (environ 10 mètres) quelques entailles dans le roche ne m'ont donné comme fossiles que des annélides.

b) Immédiatement au-dessus, parcimonieusement disséminés dans la roche, sur environ 5 à 6 mètrers de hauteur, on trouve des polypiers qui tantôt se déchaussent en entier de leur logement dans la pierre devenue pulvérulente à leur surface, tantôt n'existent plus qu'en creux et en fragments dans des géodes, avec leurs cloisons détruites ou déformées et couvertes de rhomboèdres brillants de dolomie.

c) Plus haut dans la roche dure, des bancs à faune souvent abondante de brachiopodes. Comme les échantillons le montrent, les fossiles sont nombreux, mais mal conservés ; ce sont souvent des

moulages internes, souvent aussi le centre du fossile est une géode tapissée de cristaux de dolomie.

d) Enfin à la surface d'affleurement, on ne trouve plus que des encrines qui existent bien un peu aux différents niveaux, mais sont spécialement nombreuses au sommet.

La distribution de ces fossiles suivant des bandes horizontales est un indice supplémentaire de l'orientation de la stratification.

Diaclases. — Le massif exploité est découpé comme à la gare de Sclaigneaux, par deux séries principales de diaclases, toutes deux voisines de la verticale; une série a comme direction générale le vallon de Somme qui limite d'un côté le massif, l'autre a comme direction la route de Vezin, qui, dans l'autre vallon, limite aussi ce massif.

Ces diaclases sont des joints qui, béant largement à la surface et y découpant la roche en prismes, se rétrécissent en profondeur, tout en restant nettement marqués.

En coupe les cassures d'un même réseau ne restent pas tout à fait parallèles ; deux cassures voisines s'éloignent, se rapprochent, se rejoignent ; l'une disparaît quelquefois dès la rencontre de sa voisine. Ces joints découpent ainsi souvent la roche en dièdres à angles assez aigus ; si l'érosion arrive à l'arête d'un tel dièdre orienté vers le bas, elle enlève les éléments meubles remplissant les joints, le dièdre n'est plus en équilibre, il culbute et se disloque mécaniquement, laissant debout à ses côtés deux autres dièdres à angles orientés vers le haut ou des prismes de roche. Ceci explique cette structure spéciale de prismes en échiquier qu'affecte le grand massif de dolomie le long de la ligne du Nord, de Sclaigneaux à Marche-les-Dames.

Un petit filon passe dans la carrière ; sa direction est parallèle à la première série de fissures ; il est large de 5 à 15 centimètres et est rempli de limonite, de galène et de calamine. On remarque sur la carte que ce filon est à peu près parallèle aux filons qui se dirigent de l'Usine à zinc de Sclaigneaux vers le Champs des Oiseaux. Il existe dans la région une autre série de filons à direction à peu près perpendiculaire à celle des précédents, notamment les filons de Haie-Monet et celui passant près de la Ferme de Sclermont. Il en résulte un parallélisme relatif entre la deuxième série de cassures des dolomies et de ce deuxième groupe. Filons et cas-

sures de la dolomie pourraient être ainsi rapportés à la même cause. Le peu de netteté des plans de stratification et leurs rejets irréguliers fréquents, ne m'ont pas permis de discerner avec certitude l'action sur eux de ces réseaux de cassures.

Examen de la Roche. — J'ai spécialement examiné ce point parce qu'il était d'intérêt économique, l'industrie exigeant une dolomie frittée de qualité très réfractaire, c'est-à-dire renfermant peu d'impuretés fondantes (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3). J'ai reconnu que cette étude était aussi d'intérêt géologique. La roche émergente est excessivement dure, compacte, excessivement difficile à débiter à la masse, sonore, de couleur gris plomb clair, à cassure grenue et cristalline. La fissilité de cette pierre est très faible, des blocs mêmes réduits doivent être débités par pétards et les casseurs de pierres y cherchent en vain des plans de division. L'analyse chimique montre que cette roche est très pure ; sa teneur en impuretés (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3) descend à 0.2 % et sa teneur en magnésie (MgO) est très voisine (21.5 %) de la teneur théorique de la dolomie pure (21.7 %). En profondeur la pierre est tout autre, la cassure devient graduellement lisse et mate, la couleur devient terreuse, passe au brun violacé ; la dolomie devient plus tendre, elle se débite aisément, des plans de cassure apparaissent nombreux ; l'analyse montre que la pureté diminue ; MgO diminue, descend à 19 ½ % et même en dessous ; CaO augmente ; la SiO_2 arrive à 1 % et même 1 ½ % ; Fe_2O_3 et Al_2O_3 arrive à 3 et même 4 %. Là où elle est recouverte de talus meubles, la dolomie se montre aussi moins pure. Enfin si l'on compare la dolomie émergente de Vezin à celle des mêmes bancs couverts de calcaire de Marche-en-Pré, cette dernière a les propriétés de celle de Vezin considérée en profondeur.

Ces grandes différences entre la dolomie émergente et la dolomie enterrée sont bien connues des carriers à dolomie de Sclaigneaux et Marche-les-Dames, où les ouvriers redoutent à juste titre les blocs d'affleurement.

Il ne fait pas de doute pour nous que la *dolomie* contrairement à la plupart des autres roches, se consolide et se purifie en surface et que la *dolomie pure* est toujours à rechercher dans les roches nues. Dans celles-ci la dolomie est épurée ; le calcaire en excès, la silice, l'alumine, l'oxyde de fer sont éliminés, il ne reste que le

carbonate double pur. Mais tandis que dans la plupart des roches tout départ d'une partie des éléments disloque et démembre la masse, la rend plus poreuse et la dispose à l'effritement et à la ruine, l'épuration de la dolomie au contraire a pour résultat de rendre la roche plus résistante, plus compacte, plus homogène. Cette épuration va jusque la suppression des plans de fissilité ; la cohésion est considérablement accrue.

La modification de texture est caractéristique ; elle passe de la texture relativement lisse et mate du calcaire à la texture grenue, cristalline, brillante de la dolomie d'affleurement. Une simple épuration ne peut seule expliquer ce changement important et, à notre avis, non seulement la dolomie s'épure en surface mais elle se forme en surface ; c'est-à-dire que c'est la longue exposition en affleurement de la dolomie impure qui la transforme en ce minéral caractérisé par l'analyse, la texture et les autres qualités que la minéralogie attribue à la dolomie. Dans la dolomie pure émergente, la roche apparaît comme un ferme agrégat de cristaux assez volumineux qui, par leur éclat et leur grain, en caractérisent la cassure. Si l'on juxtapose un morceau de dolomie de tête de roche et un morceau du fond de la carrière et qu'on les examine à la loupe, on distingue nettement que les faces de clivage des cristaux sont plus grandes et plus nombreuses dans le premier. Il semble que le simple noyage de mêmes cristaux dans un ciment d'impuretés amorphes ou microcristallin ne peut seul expliquer la différence de texture. Il semble ainsi bien plus exact d'admettre, qu'en surface, au fur et à mesure que les impuretés s'éliminent par dissolution, les cristaux de dolomie pure restant se renourissent au détriment de dolomie pure dissoute dans l'eau de circulation, se ressoudent énergiquement et qu'ainsi même les plans minces de division disparaissent. Le phénomène s'accompagne sans doute d'une contraction.

Géodes et minéraux. — A la carrière en question, comme d'ailleurs dans tout le massif de la région, la dolomie des têtes de roche est criblée de géodes.

Là ou la dolomie est exploitée au flanc de talus réguliers couverts de dépôts meubles, elle apparaît massive, sans géodes mais piquée de petites masses de calcite massive blanche. Les géodes proviennent donc vraisemblablement de la dissolution de ces masses

calcareuses ou calciteuses. Ces géodes de toutes tailles avec beaucoup de petites, présentent un vide important ; leurs parois sont incrustées, dans la dolomie émergente et le sommet des roches dénudées, de cristaux rhomboédriques très brillants de dolomie ; un peu plus bas on trouvera quelquefois en plus, des petits cristaux d'oligiste ou de goethite, francs de forme et de couleur, ou plus souvent en voie d'altération. J'ignore si ce minéral a déjà été signalé dans cet étage en Belgique. Plus bas encore nous trouvons encore des géodes tapissées de cristaux de dolomie mais recouverts souvent d'un minéral blanc mamelonné qui n'indique à l'essai que du $CaCO_3$; enfin descendant toujours dans la roche on voit des géodes en voie de formation. Elles sont remplies par un rognon plus ou moins sphérique qui en épouse la forme ; les parois ne sont plus compactes, mais à grain lâche, sablonneux, s'égrenant même au doigt, la roche montre une coloration de plus en plus foncée en s'approchant des parois de la géode, indice d'une précipitation ferrique. Le rognon détaché et brisé renferme lui-même une géode, dans laquelle on retrouve surtout de la calcite et encore quelquefois de l'oligiste altéré, rarement du quartz. Plus bas le rognon n'a plus de géode; il est plein et constitué de morceaux de roche anguleux (roche altérée, tendre et très colorée), agglomérée par de la calcite cristalline ; ces rognons deviennent une véritable brèche. Il est à signaler qu'en profondeur les petites géodes (de moins de 4 centimètres de diamètre) sont rares ; il est probable qu'au sommet des roches, beaucoup de petites géodes ont comme cause première la présence d'un fossile dans la roche. Le processus de formation des géodes paraît ainsi assez simple. Les noyaux calcareux ou calciteux de la roche sont d'abord désagrégés et dissous par les eaux de circulation ; les oxysels minéraux sont précipités à la rencontre de ces noyaux; plus tard, quand le $CaCO_3$ libre a disparu, les oxysels sont de nouveau redissous et entrainés plus bas où le phénomène recommence. Les éléments siliceux et alumineux sont de même entrainés. Dès lors les eaux ne peuvent plus dissoudre que la dolomie elle-même et les géodes se tapissent de rhomboèdres de dolomie. La redissolution des oxydes minéraux et entre autre de l'oxyde de fer (à l'état simple ou sous forme de sel) explique sans doute ces cristaux d'oligiste que nous avons signalés. Autour des noyaux calcareux où tous les états intermédiaires entre la dolomie riche et le calcaire existent,

on comprend que la dissolution du calcaire noyant les grains cristallisés de dolomie, là où il est assez abondant en proportion, laisse, comme résultat, ces grains isolés qui ressemblent à du sable et qui remplissent les crevasses, joints du massif, et constituent une bonne partie des dépôts meubles des talus. J'ai eu l'occasion de rencontrer dans le midi de la France, aux Arenasses (nom bien caractéristique) près de Bédarieux, des dépôts surmontant la dolomie, dépôts meubles absoluments blancs, de ce sable de dolomie assez fin pour passer presque entièrement au tamis de soie n° 110. Il faut remarquer que les géodes sont particulièrement nombreuses le long des plans de cassures et qu'elles y sont dépourvues de tous minéraux. Peut-être ces plans passent-ils précisément par les sections les plus riches en géodes qui sont ainsi des sections plus faibles.

Goethite. — A côté de l'oligiste, qui affecte souvent dans la dolomie la forme de minces tablettes hexagonales (p a^1) avec tendance au groupement des « eisenrose », j'ai pu distinguer aussi dans la dolomie de Sclaigneaux la présence de la goethite. Ce minéral se rencontre rarement à l'état de prismes assez allongés dans les géodes de dolomie ; tantôt il se montre, tout aussi rarement, en plaques noirâtres de petits cristaux parfaitement terminés ; dans ce cas ces cristaux sont très trapus ; admettant que les stries visibles sur deux faces sont parallèles à g, ces cristaux présentent souvent au regard la pointe des quatre faces a^m, m, m, a^m (sans doute a^1) et ressemblent alors à des octaèdres ; la pointe est quelquefois remplacée par une petite facette h^1 ; le développement des faces a^m a supprimé les faces p. Je pense que cette forme a été rarement signalée et j'ignore si ce minéral a déjà été signalé dans notre carbonifère belge.

Flore du massif. — Une flore assez spéciale croît sur ce grand massif de dolomie et se caractérise à vue par la fréquence d'essences d'arbustes à feuillage vert persistant. Je regrette de ne pas avoir assez de notions de botanique pour les désigner et je me contenterai de signaler que sur les talus à pente douce et à l'ombre du vallon conduisant vers la carrière, la pervenche prospère spécialement bien. La présence de la magnésie, démontrée nécessaire à la formation de la chlorophyle des plantes, favoriserait ainsi peut-être la végétation des essences à feuillage vert permanent.

Janvier 1916.

M. **Moressée** donne lecture de la note ci-après :

Cristallisation au sein des roches massives

PAR

G. MORESSÉE

L'apparition à l'air libre, et l'évaporation qui en résulte, sont généralement suffisantes pour expliquer que des eaux, chargées de sels par un parcours souterrain, abandonnent leurs minéraux souvent à l'état cristallin. D'autre part, si nous prenons comme exemple la dolomie massive, que j'ai l'honneur de vous montrer, avec ces nombreuses petites géodes intérieures tapissées de cristaux, il est difficile d'admettre que l'eau circulant capillairement dans la roche, rencontre à son arrivée dans une géode, sans communication avec l'extérieur, une atmosphère où l'évaporation soit possible. La circulation de l'air y est faible sinon nulle et cet air est saturé d'humidité, puisque nous admettons que la roche a ses interstices capillaires remplis d'eau de circulation. Je pense qu'une autre cause intervient. Nous savons que hors d'un tube vertical court de très faible diamètre, l'eau ne s'écoule pas. Augmentons la longueur du tube sans augmenter le diamètre, la pression hydrostatique va croître sans cesse et, à partir d'un certain moment, une première goutte d'eau va perler à la base du tube. L'instant avant, cette goutte était soumise à la pression atmosphérique augmentée de la pression hydrostatique due à la hauteur du tube ; or la quantité de CO_2, par exemple, que peut dissoudre l'eau augmente avec la pression ; l'instant d'après, au moment où la goutte sort du tube, la pression retombe à la pression atmosphérique, une partie du CO_2 dissous s'échappe, et si cette eau était, grâce à ce CO_2, saturée d'un carbonate par exemple, une partie du sel dissous va se précipiter. La circulation de l'eau étant très lente, la précipitation le sera aussi, ce qui favorise l'obtention de cristaux. Cet acide carbonique qui se dégage dans l'espace de la géode, va contribuer à enrichir la teneur de l'eau descendante et lui permettre de continuer son action dissolvante. On ne peut en effet perdre de vue dans l'expérience du tube capillaire, que l'eau, si elle est, par exemple, saturée à la base, ne pourrait avoir la même teneur en CO_2 en haut ; il faut donc que l'eau, en descen-

dant, rencontre de l'acide carbonique. On s'explique bien dès lors qu'il puisse en être ainsi et, *en conséquence, qu'une même molécule de CO2 puisse contribuer à faire dissoudre et cristalliser ensuite un nombre théoriquement indéfini de molécules du sel dissous.* Au surplus, l'esprit ne s'explique pas toujours facilement d'où vient ce CO2 qui joue un si grand rôle dans la transformation des roches calcaires par exemple, alors que les eaux de pluie en renferment si peu et qu'on n'arrive pas toujours à s'expliquer comment les eaux de circulation ont pu s'en sursaturer. L'explication ci-dessus me paraît fournir une réponse plausible à cette question. Remarquons d'ailleurs que l'oxydation lente des matières organiques des roches sédimentaires peut être suffisante pour fournir le CO2 nécessaire, et qu'il n'est pas ainsi toujours indispensable de faire entrer en jeu le CO2 produit par la décomposition de matériaux végétaux et animaux à la surface des roches, où parfois on ne rencontre ni les uns ni les autres.

Comme autre déduction, on peut penser que plus une roche est massive et serrée, plus fins sont les canaux capillaires de circulation, plus grande y est la pression totale de l'eau de circulation, plus grande est sa teneur possible en acide carbonique et mieux se manifestera le phénomène de cristallisation dans les géodes à faible profondeur.

P. S. — Pour concrétiser par un exemple, la hauteur h à partir de laquelle l'eau s'écoule d'un tube capillaire est donnée par $h = \frac{4T}{Rd}$, dans laquelle T est la tension superficielle, R est le rayon du tube. T = 7,5 milligrammes par millimètre, faisons 2R = 0,01 millimètre, d : densité de l'eau = 1 ; il vient h = 6.000 millimètres = 6 mètres ; il faut donc 6 mètres d'eau pour qu'il y ait circulation d'eau, correspondant à environ 2/3 atmosphère en plus à l'entrée du filet de la géode. Or, à 2/3 atmosphère, l'eau dissout 1 2/3 son volume de CO2, alors qu'elle n'en dissout que 1 fois son volume à 1 atmosphère. 2/3 volume de CO2 vont donc s'échapper dans la géode et une quantité de sel, dissous grâce à lui, va précipiter. Ajoutons que h = 6 mètres est la hauteur minimum nécessaire pour qu'il y ait écoulement dans un tube vertical en verre lisse ; si le tube est sinueux, à section variable en forme et grandeur, la valeur importante des frottements dus aux résistances passives

viendra certainement fortement augmenter cette valeur de *h* et accentuer ainsi le phénomène.

La solubilité de l'acide carbonique dans l'eau est proportionnelle à la pression, et nous savons, d'après la Loi de Schloesing, que les quantités de carbonate de calcium neutre dissous (peut-être à l'état de bicarbonate), suivent une progression, non identique, mais assez voisine.

Juin 1916.

M. **Lohest.** — La circulation de l'eau dans la dolomie donne, par dissolution du ciment calcaire, un sable dolomitique ; le fait est intéressant lorsqu'il s'agit de capter de l'eau alimentaire dans les dolomies ; ce sable dolomitique remplit, en effet, les fentes de la roche et sert de matière filtrante ; il en résulte que les eaux des sources sortant de la dolomie sont plus pures que celles venant du calcaire.

Il y a cependant quelque chose de mystérieux dans la formation des géodes et de leur remplissage ; dans la dolomie, les parois des cavités sont tapissées de cristaux de calcite ; par contre dans le calcaire, notamment à Visé, des géodes sont remplies de cristaux de dolomie.

M. **Moressée.** — Dans la cristallisation d'une série de corps de solubilité de même ordre, intervient une question de masse dont il faut tenir compte.

3. M. **Moressée** donne lecture de la note suivante :

Sur la présence de métaux précieux en Ardenne

PAR

G. MORESSÉE

En 1913, les Allemands annoncèrent la découverte de platine dans des schistes en Westphalie. Notre collègue G. Lespineux rapporta en Belgique, pour le compte d'un groupe belge, des échantillons de ces roches ; M. Ed. de Winiwarter, agréé comme expert-chimiste, fut chargé des analyses. En voyant ces roches, j'eus la conviction que nous possédions en Belgique, des formations

présentant plus de possibilités ; je prélevai dans ma collection d'étudiant, mes échantillons de diabase de Challes, de schiste noir revinien (de Vielsalm) et de schiste à ottrélite (aussi de Vielsalm). La diabase donna 12 grammes de métaux précieux par tonne (or et métaux de la série du platine) ; l'analyse fut faite avec les plus grands soins par mon ami Ed. de Winiwarter ; l'or fut caractérisé à l'état de pourpre de Cassius et le platine à l'état de chloroplatinate.

L'échantillon de schiste noir revinien donna un globule, constitué essentiellement d'or, et le schiste à ottrélite un globule constitué essentiellement de platine ; dans l'un et l'autre, les teneurs étaient dosables, les métaux purent être caractérisés, mais pas la teneur exacte à cause du faible poids des échantillons.

Je n'ai pu consacrer, jusque maintenant, le temps nécessaire au gros travail de prospection que paraissent mériter ces observations.

M. **Anten.** — M. le professeur Lohest m'avait déjà signalé la possibilité de rencontrer du platine dans les diabases en Belgique ; j'ai lavé, à cet effet, les produits d'altération de la diabase de Challes, sans mais succès.

M. **Moressée.** — Il faut pouvoir opérer en grand pour avoir chance d'obtenir un résultat.

M. **Lohest.** — Les roches riches en silicates ferro-magnésiens sont les plus favorables en vue d'y trouver de l'or et du platine ; tel est le cas pour les dunites de l'Oural. En Belgique, en fait de roches éruptives basiques nous avons les diabases ; j'avais pensé qu'il serait intéressant d'examiner ces roches qui sont, en somme, l'équivalent des dunites de l'Oural; or, dans ces dernières, le métal précieux est en trop petite quantité pour pouvoir être exploité. Les alluvions qui proviennent de leur désagrégation sont plus riches par suite d'une véritable préparation mécanique ; j'avais donc proposé d'examiner les terres provenant de l'altération des diabases belges, telles que celles de Horion-Hozémont ou de Challes.

M. **Moressée.** — Je pense que, dans de telles conditions, la remise en mouvement a été insuffisante.

M. Lohest. — Des travaux de recherche ont été pratiqués autrefois dans les phyllades ottrélitifères, notamment dans la propriété du comte de Limburg-Stirum, à St-Jean (Bihain) ; de vieilles galeries se voient encore dans le phyllade altéré ; on peut se demander si les anciens n'ont pas cherché du platine.

M. Moressée. — L'or provient peut-être des pyrites si fréquentes dans le cambrien de l'Ardenne.

M. Lohest. — Dans le Pays de Galles, un filon d'or a été exploité dans les Lingula Flags, qui ressemblent beaucoup au Revinien de l'Ardenne.

Session extraordinaire. — Le Conseil a arrêté comme suit le programme de la *Session extraordinaire* qui se tiendra à Bertrix du 25 au 27 septembre prochain, sous la direction de M. Et. Asselberghs, dans le but d'étudier le Coblencien de la partie centrale du bassin de l'Eifel.

25 septembre : Départ de Liége (G.) à 6 h. 44 ou de Bruxelles (Q. L.), à 7 h. 19, arrivée à Longlier à 11 h. 02. — Dîner à l'Hôtel de la gare.

Etude du Taunusien et du Hunsruckien du bord nord du synclinal de l'Eifel. Gîte fossilifère de Longlier. — Départ de Longlier à 16 h. 34, arrivée à Bertrix à 17 h. 33.

26 septembre : Départ de Bertrix vers 9 heures.

Coupe du synclinal de l'Eifel entre Bertrix et Straimont. — Dîner avec provisions. — Départ de Straimont à 16 h. 07, arrivée à Bertrix à 16 h. 23.

27 septembre : Départ de Bertrix vers 8 heures, à pied ou en voiture.

Coupe du synclinal de l'Eifel entre Bertrix et Herbeumont. — Départ de Herbeumont à 16 h. 30, arrivée à Liége (G.) à 22 h. 49, arrivée à Bruxelles (Q. L.) à 23 h. 05.

N.-B. — Le directeur de l'excursion se réserve la faculté d'apporter au programme des 2e et 3e jours des modifications de détail nécessitées par les circonstances.

Commission de comptabilité. — Le Conseil a désigné MM. H. Lhoest, H. Bogaert, A. Construm, G. Libert et E. Wéry pour faire partie de la commission de comptabilité ; ils seront convoqués en temps opportun par le trésorier.

La séance est levée à midi.

AVIS

La *Société Géologique de Belgique* a créé, en dehors de ses *Annales*, une publication nouvelle :

LA
REVUE DE GÉOLOGIE ET DES SCIENCES CONNEXES

Cet organe est destiné à fournir une documentation bibliographique très étendue en matière de sciences minérales et à nous rendre indépendants des publications documentaires allemandes.

La collaboration de spécialistes de toutes les parties du monde a été obtenue. Un développement spécial sera accordé aux rubriques de science appliquée : Matières exploitables et Géologie appliquée, Cartes, etc.

Les membres de la *Société Géologique* ct les Sociétés qui échangent leurs publications avec elle, sont vivement invités à collaborer à ce nouvel organe et à lui donner l'appui de lenr souscription.

Table des Matières

BULLETIN

Publication trimestrielle.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

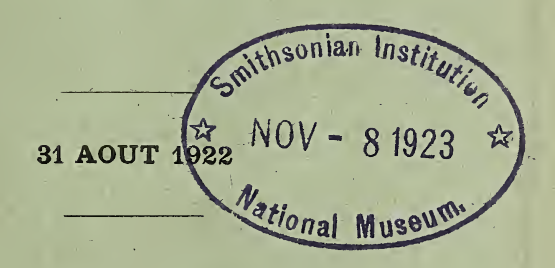
DE BELGIQUE

TOME XLIV. — 4me ET DERNIÈRE LIVRAISON

Bulletin : feuilles 15 et 16.
Bibliographie : feuille 3.

---

31 AOUT 1922



LIÉGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
4, Place Saint-Michel, 4

—

1922

Prix des publications.

Le prix des publications de la Société est établi comme suit .

G. DEWALQUE. Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie, de paléontologie, ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique		frs. 3.00
Sur la probabilité de l'existence d'un nouveau bassin houiller au nord de celui de Liége et questions connexes, 4 planches.		frs. 10.00
La houille en Campine, 1 planche.		frs. 3.00
Etude géologique des sondages exécutés en Campine et dans les régions avoisinantes, 17 planches		frs. 25.00
Question des eaux alimentaires, 2 planches		frs. 5.00
G. DEWALQUE. Carte tectonique de la Belgique et des provinces voisines		frs. 2.00
Annales, tomes I à V, IX, X, XVII,	chacun	frs. 2.00
tomes XIII à XVI,	chacun	frs. 3.00
tomes XI et XII,	chacun	frs. 5.00
tomes VIII et XVIII,	chacun	frs. 7.00
tomes VII, XIX à XXII, XXIV, XXVIII, XXIX, XXXI et XXXII,	chacun	frs. 15.00
tomes VI, XXIII, XXV, XXVI, XXVII; 3e livr. du tome XXX tomes XXXIII, XXXV, XXXVI et XXXVIII,	chacun	frs. 20.00
tomes XXX, XXXIV, XXXVII et XXXIX,	chacun	frs. 30.00
tome XL,		frs. 40.00
tomes XLI, XLII, XLIII et XLIV		frs. 45.00
Publications Congo, année 1911-1912,		frs. 10.00
année 1912-1913,		frs. 20.00
année 1913-1914,		frs. 30.00
Bibliographie du bassin du Congo,		frs. 10 00
année 1918-1919,		frs. 20.00
année 1919-1920,		frs. 15.00
Mémoires in-4°, tome I,		frs. 30.00
tome II,		frs. 11.00

Les tomes VI, XXIII, XXV, XXVII, XXXIV et XXXVII ne seront plus vendus séparément sans l'autorisation du Conseil.

Il est accordé une remise de 25 °/₀ aux membres de la Société.

En outre, certaines livraisons dépareillées pourront être fournies à des prix très réduits à fixer par le Conseil.

La question du prolongement méridional du Bassin houiller du Hainaut

(Avec 17 planches — Tiré à 100 exemplaires)

Prix 15 francs. En vente au Secrétariat.

COMPTE RENDU

DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

tenue à Bertrix les 25, 26 et 27 Septembre 1921, dans le Siegenien du Synclinal de l'Eifel,

PAR

ET. ASSELBERGHS.

Les personnes suivantes ont pris part aux excursions et travaux de la *Session extraordinaire* de 1921 :

MM. J. Anten,
R. d'Andrimont,
Et. Asselberghs,
F. Charles,
L. de Dorlodot,
H. Fonsny,
MM. P. Fourmarier,
V. Lejeune,
N. Likiardopoulo,
M. Lohest,
P. Questienne,
R. Roncart

membres de la Société, ainsi que

MM. M. Goffint, ingénieur à Bruxelles
et M. Legraye, élève-ingénieur à Liége.

MM. J. Cornet, F. Kaisin et Ch. Stevens se sont excusés de ne pouvoir participer à la session.

Excursion du 25 septembre

A l'arrivée à Longlier, à 11 h. 02, sur la proposition de M. P. Fourmarier, Secrétaire général de la Société, le bureau de la Session est constitué comme suit :

Président : M. M. Lohest ;
Vice-Président : M. P. Questienne ;
Secrétaire : M. Et. Asselberghs.

M. le Président remercie l'assemblée et demande à M. Asselberghs d'indiquer sommairement le but de l'excursion de ce jour, un exposé plus complet du programme de la *Session extraordinaire* étant réservé pour la séance du soir.

Le but de la courte excursion aux environs de la gare de Longlier-Neufchâteau est de donner un premier aperçu de la constitution lithologique et paléontologique du Taunusien et du Hunsruckien du Synclinal de l'Eifel ; ces couches, dans cette région, appartiennent au flanc Nord du synclinal.

A 13 heures, les excursionnistes quittent l'hôtel de la Gare et se rendent dans la tranchée sise à 250 m. au S.-E. de la station, où se voit un bel affleurement de phyllades bleu-foncé appartenant au *Hunsruckien supérieur.* Une mince intercalation quartzeuse permet à M. Fourmarier de mesurer : dir. N. 65°E., incl. S. 60°.

En sortant de la tranchée, on remarque de loin les déblais de l'ardoisière de La Chaud-Renaud. En se basant sur la direction générale des couches, les couches exploitées viendraient passer au Sud des phyllades de la tranchée.

On se porte ensuite à quelque 600 mètres vers le Nord, à l'extrémité Nord de la gare des marchandises de Longlier. On y voit un affleurement, déjà fort altéré, de couches généralement plus quartzeuses et plus grossières que celles que nous venons de voir ; ce sont des schistes gréseux, micacés, des quartzophyllades, des grès schisteux, des grès psammitiques. Plusieurs bancs sont très fossilifères ; les excursionnistes y trouvent, à côté d'innombrables articles de crinoïdes et de nombreux polypiers non déterminables spécifiquement, les espèces suivantes : *Cyathocrinus pinnatus, Pleurodictyum problematicum, Stropheodonta Murchisoni, Str. Sedgwicki, Spirifer hystericus, Sp. excavatus, Sp. hercyniae, Cypricardinia crenistria, Actinodesma obsoletum,* etc. Des quarzophyllades altérés sont encore visibles dans la tranchée suivante. Les couches inclinent de 52° vers le Sud et ont une direction moyenne de N. 60° E. Cette assise quartzo-schisteuse fossilifère représente le *Hunsruckien inférieur* de la région.

En continuant vers le Nord, on entre dans une assise plus schisteuse mais qui n'est représentée dans les tranchées du chemin de fer situées entre les bornes kilométriques 160 et 158 que par un affleurement altéré et principalement par des débris de schistes

phylladeux altérés bleu-foncé, gris-clair et parfois rougis par altération. On y remarque aussi un banc de grès. Ces roches appartiennent au *Taunusien*.

Dans la paroi Ouest de la tranchée au Sud du Kil. 159, **M. Lohest** fait remarquer la présence d'un gros bloc de quartz roulé de plus de 0 m. 50 de diamètre qui paraît intéressant au point de vue de la géographie physique par sa position topographique : il se trouve, en effet, au sommet d'un plateau, au sein du manteau meuble de recouvrement.

Les excursionnistes se dirigent ensuite vers la Gare de Longlier où ils prennent le train à 16 h. 34. Une heure plus tard, ils étaient rendus à Bertrix.

Séance du 25 septembre.

La séance est ouverte à l'Hôtel Goebel-Bertrand, à Bertrix, à 19 heures et demie.

Le Président donne la parole à **M. Asselberghs** pour l'exposé du programme de la *Session*.

Les excursions de cette année ont pour but l'étude de la partie belge du synclinal de l'Eifel. Par suite de la difficulté de logement et de communications, il n'a pas été possible d'organiser une excursion dans la partie la plus élargie du synclinal, entre Bastogne et Martelange. Il a fallu se cantonner entre Neufchâteau-Longlier et Cugnon-Herbeumont, où le synclinal est constitué exclusivement par des couches siegeniennes (Hunsruckien et Taunusien).

Il importe de rappeler brièvement les théories fort divergentes de Dumont et de Gosselet sur la constitution du Synclinal de l'Eifel, en Belgique (1).

D'après Dumont, le noyau du synclinal de l'Eifel est constitué successivement d'Ouest en Est : à l'Ouest de Cugnon, par les quartzophyllades fossilifères du Hunsruckien inférieur, entre Cugnon et Offaing, par les phyllades ardoisiers du Hunsruckien supérieur, au Sud-Ouest d'Ebly, par les grès, psammites et schistes de l'Ahrien, à l'Est d'Ebly par des couches quartzoschisteuses

(1) Pour l'historique complète de la question voir Et. Asselberghs. Le Dévonien inférieur du bassin de l'Eifel et de l'Anticlinal de Givonne de la région Sud-Est de l'Ardenne belge. *Mém. Inst. Géol. Univers. Louvain*, t. I, 1913, pp. 3-17.

rouges et vertes connues aujourd'hui sous le nom de Schistes rouges de Clervaux ou Burnotien, et de Grauwacke de Wiltz. Le Hunsruckien inférieur est bordé, au Nord et au Sud, vers l'extérieur du synclinal, des phyllades, grès et quartzophyllades du Taunusien. L'axe du synclinal passe approximativement au Nord de Cugnon, à Saint-Médard, à Grapfontaine, à Bombois et à Livarchamps ; il offre une direction moyenne Est-Ouest entre Cugnon et Bombois, E. 30° N. à l'Est de Bombois.

J. Gosselet méconnut l'existence de la bande fossilifère du Hunsruckien inférieur du bord Nord du Synclinal et considéra les phyllades hunsruckiens de Neufchâteau comme le prolongement des phyllades taunusiens d'Alle. Les phyllades ardoisiers d'Alle, d'Herbeumont, de Neufchâteau, de Benonchamps et de Martelange furent donc considérés comme synchroniques, comme appartenant au Taunusien. Il fut amené ainsi à relier les quartzophyllades fossilifères du Hunsruckien qu'il trouvait depuis la frontière française jusqu'à Léglise et qui reposent sur les phyllades d'Alle-Herbeumont, aux quartzophyllades d'Heinerscheid et de Schutbourg (grès, psammites et schistes ahriens de Dumont) ceux-ci reposant, en effet, les premiers, sur les phyllades de Benonchamps, les seconds, sur les phyllades de Martelange. D'autre part, ces quartzophyllades étant immédiatement suivis des couches rouges burnotiennes, il conclut logiquement à l'existence, dans la série stratigraphique, d'une lacune correspondant aux couches ahriennes. D'après cela, le noyau du synclinal de l'Eifel est constitué, à l'Ouest de Léglise, par les quartzophyllades hunsruckiens, à l'Est, successivement par les schistes rouges de Clervaux et la Grauwacke de Wiltz. L'axe du synclinal passe suivant une direction moyennement Est-Ouest, au Sud d'Herbeumont, au Nord de Suxy et à mi-chemin entre Assenois et Mellier, pour prendre ensuite une direction vers le Nord-Est.

L'hypothèse de J. Gosselet fut admise par les auteurs qui levèrent cette partie de la carte géologique de la Belgique au 40.000°.

Les études poursuivies par nous, depuis 1911 [1], depuis la Kyll, dans l'Eifel, jusqu'à Cugnon, nous ont amené à remettre en honneur les idées d'André Dumont. Nous avons établi, en premier

[1] Cf. *Ann. Soc. géol. Belg.*, t. XXXIX, 1912, pp. M 25-112, pl. II à IV ; ibid. pp. B 199-205; *Mém. Inst. Géol. Univers. Louvain*, t. I, 1913, pp. 1-175, pl. I-III ; t. II, 1921, pp. 21-35, pl. II.

lieu, que l'Ahrien, dont l'existence n'a jamais été contestée sur la Kyll, existe aussi, plus à l'Ouest, dans le Grand Duché et dans le Luxembourg belge ; la série stratigraphique y est donc continue, elle ne présente pas de lacune.

Nous avons découvert, en second lieu, sur le bord Nord du Synclinal de l'Eifel, une bande quartzoschisteuse fossilifère qui correspond au Hunsruckien inférieur d'André Dumont, et qui sépare les phyllades d'Alle, d'âge taunusien, des phyllades de Cugnon-Neufchâteau ; ceux-ci représentent le Hunsruckien supérieur. Cette découverte fut confirmée par M. Duvigneaud qui recoupa la bande fossilifère en de nombreux endroits depuis Saint-Médard jusqu'à la frontière grand-ducale (1). Plus récemment, M. Ed. Leblanc put suivre le même horizon tout autour de l'Anticlinal de Bastogne, où les couches fossilifères séparent les phyllades taunusiens de Bastogne des phyllades hunsruckiens de Trois-Vierges, ainsi que dans le Synclinal d'Houffalize et dans la bande éodévonienne du bord Sud du massif de Stavelot (2). Enfin, au cours de l'été, nous avons trouvé la même faune à Krombach, près de Saint-Vith (3). Des couches fossilifères analogues ont, d'autre part, été découvertes par nous sur le flanc Sud du synclinal de l'Eifel, où elles séparent les phyllades hunsruckiens de Neufchâteau et de Martelange, des phyllades, quartzophyllades et grès taunusiens d'Herbeumont, de Suxy, de Mellier et d'Anlier. Le Hunsruckien inférieur fossilifère du bord Sud du Synclinal a été recoupé, par nous, au Nord d'Herbeumont, dans la vallée de l'Antrogne, à Straimont, aux Fossés, à Léglise, à Louftémont et à Martelange. Cet ensemble de découvertes montre bien l'importance et la constance de cet horizon fossilifère.

Les deux bandes fossilifères se réunissent aux environs de Cugnon; la bande unique ainsi formée constitue, vers l'Ouest le noyau du synclinal de l'Eifel. Vers l'Est, par suite de l'ennoyage du synclinal, les quartzophyllades fossilifères font bientôt place aux phyllades du Hunsruckien supérieur ; ceux-ci, à leur tour, sont remplacés successivement, à l'Est du chemin de fer Namur-Arlon, par les

(1) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXVI, 1912, *Mém.* pp. 159-186.

(2) Le Contour oriental de l'Anticlinal de Bastogne et ses relations avec le flanc Sud de l'Anticlinal de Stavelot. *Mém. Inst. Géol. Univers. Louvain*, t. II, (à l'impression).

(3) Le dévonien inférieur du Cercle de Malmédy (*Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXI 1921 (à l'impression).

assises emsiennes. Tout comme pour Dumont, l'axe du synclinal de l'Eifel passe, d'après nous, à proximité et au Nord de Cugnon, à Grapfontaine et au Sud de Livarchamps.

Aujourd'hui, nous avons fait une course rapide aux environs de Longlier, dans les couches siegeniennes du bord Nord du Synclinal de l'Eifel. Nous avons recoupé l'assise phylladeuse typique du Hunsruckien supérieur et les couches quartzoschisteuses fossilifères du Hunsruckien inférieur. Par suite de l'altération profonde des couches sur les plateaux, le Taunusien n'est pas bien représenté dans cette coupe. Dans cette région, le noyau du Synclinal est encore constitué par des grès et quartzophyllades de l'Ahrien ou Emsien inférieur ; cette assise a été recoupée, en effet, par nous, le long de la route de Longlier à Léglise, au Sud d'Offaing. La coupe que nous visiterons demain se trouve à une dizaine de kilomètres à l'Ouest de Longlier. Le synclinal y est fortement resserré, ce qui nous permettra de recouper le noyau phylladeux et les couches qui le bordent.

Le troisième jour sera consacré à l'étude des environs d'Herbeumont et de Cugnon, où l'on assiste au remplacement, au centre du pli, des phyllades du Hunsruckien supérieur par les quartzophyllades fossilifères du Hunsruckien inférieur. Il importe de dire quelques mots sur cette région.

Au méridien de Bertrix, on trouve, dans la partie centrale du pli, une bande unique de phyllades du Hunsruckien supérieur bordés, de part et d'autre, de quartzophyllades du Hunsruckien inférieur ; entre La Maljoyeuse et Cugnon, cette bande unique se subdivise en plusieurs digitations que séparent des bandes de quartzophyllades fossilifères du Hunsruckien inférieur ; à Cugnon, les bandes de quartzophyllades se réunissent pour ne former vers l'Ouest qu'une bande unique, en même temps que les digitations de phyllades disparaissent. L'ensemble de ces couches incline au Sud. De part et d'autre de ces couches hunsruckiennes, court une bande plissée de phyllades bleu-foncé, de grès-quartzite et de quartzophyllades du Taunusien.

Nous expliquons (1) le remplacement vers l'Est, des quartzophyllades de Cugnon par les phyllades de Neufchâteau par

(1) Pour plus de détails : cf. Le Noyau Hunsruckien du Synclinal de l'Eifel dans la région Cugnon-Herbeumont. *Mém. Inst. géol. Univers. Louvain*, t. II, 1921, pp. 21-35, pl. II.

l'ennoyage du synclinal de l'Eifel dans cette direction, et nous interprétons la présence des digitations par l'existence de plis qui peuvent être compliqués de failles. L'inclinaison des couches se faisant vers le Sud, les plis seraient renversés. Nous nous sommes arrêtés à cette hypothèse parce que nous avions reconnu que partout où des couches résistantes telles que des grès existent dans la partie centrale du bassin, on peut observer que le noyau est plissé. De plus, dans la région d'Herbeumont même, on peut observer des plis dans les bandes taunusiennes du Nord et du Sud grâce à la présence de bancs de grès ou de quartzophyllades gréseux. Il serait, dès lors, étonnant que les couches intermédiaires ne soient pas plissées.

Nous n'avons pu admettre l'hypothèse de l'existence dans la région d'un passage latéral entre les quartzophyllades fossilifères et les phyllades, parce que l'âge relativement plus récent des phyllades est démontré par la paléontologie. En effet, lorsqu'on poursuit vers l'Est les phyllades de Neufchâteau, il s'y intercale des bancs gréseux qui renferment une faune intermédiaire entre celle des quartzophyllades (Hunsruckien inférieur) et la faune emsienne (1).

M. Fourmarier. — M. Asselberghs a fait faire un grand pas à la question de la structure du synclinal de l'Eifel dans la région que nous visitons, lorsqu'il a reconnu l'importance et la continuité du gîte fossilifère du Hunsruckien inférieur ; il a confirmé le bien fondé de l'opinion de Dumont et je n'ai rien à objecter quant à l'âge relatif des quartzophyllades fossilifères de Neufchâteau et de la bande d'ardoises la plus septentrionale.

Toutefois, l'accord n'est pas fait sur deux points : *a*) l'endroit où il convient de faire passer l'axe du synclinal de l'Eifel et *b*) l'interprétation de la coupe aux environs de Cugnon.

M. Asselberghs admet que le niveau ardoisier du Hunsruckien supérieur est ramené plusieurs fois à la surface du sol aux environs de Cugnon, par des plis isoclinaux. Je veux bien me laisser convaincre, mais à la condition que l'on me montre un pli isoclinal indiscutable. Pour ma part, je prétends, jusqu'à preuve du contraire, qu'il n'existe pas de plis de ce genre dans cette partie

(1) Cf. Leblanc, *loc. cit.* et Asselberghs : Le dévonien inférieur du Cercle de Malmédy. *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXXI, 1921 (à l'impression).

du bassin, parce que tous les plis que j'ai pu *voir* appartiennent à un autre type. Mes recherches m'ont montré que les plis secondaires du synclinal de l'Eifel se présentent avec une allure différente suivant que l'on considère le flanc Sud ou le flanc Nord de ce pli de premier ordre ; au flanc Sud, ils sont déversés vers le Nord ; sur l'autre flanc, ils montrent, au contraire, une tendance au déversement vers le Sud ; lorsqu'on approche de l'anticlinal de l'Ardenne, les plis deviennent plutôt des ondulations avec faible inclinaison des couches sur les deux flancs ; bien entendu, cette règle ne s'applique pas à l'extrémité occidentale fortement rétrécie du bassin de l'Eifel.

Or, j'ai retrouvé jusque près d'Herbeumont les allures des plis secondaires caractéristiques du flanc Nord du synclinal de l'Eifel, tandis que dans les tranchées voisines de la station d'Herbeumont, j'ai noté la présence de plis déversés vers le Nord ; j'ai cru pouvoir en conclure que la zone axiale passe non loin de la gare d'Herbeumont, et que la zone chiffonnée et faillée recoupée à cet endroit par les tranchées du chemin de fer est en relation avec la faille d'Aiglemont.

Dans ces conditions, j'estime que l'axe du pli principal passe au Sud du tracé que lui donne M. Asselberghs et que les trois bandes de phyllade ardoisier exploitées aux environs de Cugnon et de Saint-Médard appartiennent au flanc Nord de ce pli.

En ce qui concerne la zone des ardoisières, j'admettrais la répétition de plusieurs bandes de phyllade appartenant à un même niveau stratigraphique si j'avais la preuve qu'il existe des plis ou des failles. M. Asselberghs admet l'existence de plis isoclinaux; dans les tranchées du nouveau chemin de fer Bertrix-Herbeumont où la coupe est pour ainsi dire continue, je n'ai observé aucun indice de pli isoclinal ; au contraire, là où les couches montrent des ondulations, elles sont du type de celles qui caractérisent le flanc Nord du synclinal de l'Eifel. La répétition du niveau en plusieurs bandes parallèles peut évidemment être le fait de failles donnant une structure imbriquée et tenant la place des plis. Mais pour admettre l'hypothèse de M. Asselberghs, il faudrait prouver que les quartzophyllades compris entre ces bandes d'ardoises appartiennent à un même niveau stratigraphique. Or, si je considère la bande ardoisière de Linglé-Wilbauroche, les quartzophyllades affleurant au Sud et bien visibles dans la tranchée du chemin de

fer et dans le chemin d'accès conduisant à l'ardoisière de Linglé, me paraissent succéder normalement aux phyllades exploités ; au Sud de cette bande de quartzophyllades, par contre, il y a une zone dérangée passant à la station de Cugnon ; s'il existe une faille, c'est à cet endroit qu'il faut la faire passer et, dans ce cas, la bande d'ardoises de Linglé-Wilbauroche est comprise entre deux niveaux de quartzophyllades d'*âge différent.* S'il existe différents niveaux de quartzophyllades, rien ne nous empêche d'admettre qu'il existe aussi des niveaux différents de phyllade et par conséquent que les trois bandes d'ardoises des environs de Cugnon n'appartiennent pas à un seul et même niveau stratigraphique.

Tels sont les points en litige. Les observations que nous ferons sur le terrain nous permettront peut-être de résoudre la question.

Je remercie M. Asselberghs d'avoir bien voulu accepter de venir sur le terrain examiner de commun accord les faits devant servir de base à l'interprétation de la structure du synclinal de l'Eifel.

M. Asselberghs. — Dans l'hypothèse de M. Fourmarier, les couches inclinant au Sud, on recouperait, en se dirigeant vers le Sud, des couches de plus en plus jeunes.

Il faudrait donc admettre que les quartzophyllades qui se trouvent au Sud des phyllades ardoisiers du Hunsruckien supérieur, appartiennent à l'Ahrien. Or, ces quartzophyllades, qui devraient être d'âge ahrien, renferment la faune caractéristique des couches quartzoschisteuses du Hunsruckien inférieur et font partie d'une bande continue que nous avons suivie de Cugnon à Martelange et qui contient partout la même faune.

M. Lohest. — C'est là un argument stratigraphique fort important.

M. Anten. — Ne peut-il y avoir une récurrence de faune ?

M. Asselberghs. — Il est impossible d'admettre cette hypothèse, puisqu'on a affaire à une bande continue de quartzophyllades dont la position stratigraphique est nettement établie aux environs de Martelange. Elle y plonge, en effet, sous les phyllades ardoisiers du Hunsruckien supérieur et elle repose sur les phyllades et grès du Taunusien. Elle représente donc le Hunsruckien inférieur.

M. Lohest demande s'il est possible de distinguer les faunes taunusienne, hunsruckienne et ahrienne.

M. Asselberghs. — Il y a naturellement des espèces communes à deux ou plusieurs faunes et passage insensible d'une faune à l'autre. Néanmoins, en se basant sur l'association des formes communes, on arrive aisément à distinguer et à identifier les différentes faunes. L'expérience du reste l'a prouvé, témoin les travaux de M. Maillieux sur les faunes éodévoniennes du bord Sud du bassin de Dinant (1).

M. Fourmarier. — L'épaisseur des formations en litige aux environs de Cugnon est relativement faible par rapport à l'ensemble du Dévonien inférieur, et il n'y aurait rien d'extraordinaire à ce que la même faune existât dans des roches identiques situées immédiatement au-dessus et immédiatement au-dessous du niveau d'ardoise.

Excursion du 26 septembre.

Les excursionnistes se mettent en route à 8 1/2 heures et longent, vers le Sud, la station de Bertrix. A l'extrémité Sud de la station, à la bifurcation des routes des Ardoisières et d'Orgeo, une tranchée est ouverte dans des schistes phylladeux et des grès profondément altérés. Les schistes phylladeux sont bleu-foncé ; par altération, ils donnent des schistes gris-clair et localement des schistes rougeâtres. Ils rappellent, comme le fait remarquer M. Lohest, les phyllades taunusiens que nous avons vus hier dans la tranchée la plus septentrionale, au Nord de Longlier. Les couches ont une direction N. 56° E., et plongent vers le Sud. Elles appartiennent au *Taunusien* du bord Nord du Synclinal de l'Eifel.

Nous suivons ensuite la route d'Orgeo qui quitte le plateau de Bertrix pour descendre dans la vallée de la Vierre. Sur le versant Nord de la vallée, entre le lieu dit Le Grand Mininpré et le lieu dit Sur la Rochette, il y a de beau affleurements de roches taunusiennes non altérées : ce sont des phyllades bleu-foncé, des quartzophyllades et du grès-quartzite gris clair. La direction moyenne

(1) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XXIV, 1910, *Mém.* pp. 189-320.

des couches est N. 72° E., l'inclinaison 45° vers le Sud. Les surfaces des bancs présentent de légères ondulations. Ces roches sont exploitées comme moellons de construction dans plusieurs carrières ouvertes Sur la Rochette.

Le Président attire l'attention sur le contraste que présentent les roches dans les affleurements des plateaux et des vallées. Sur les plateaux, les roches sont altérées profondément tandis que, sur les versants des vallées, on trouve la roche fraîche. Il est tenté de croire que la localisation de l'altération sur les plateaux est l'indice que le manteau de couches altérées a été formé antérieurement au creusement des vallées.

Le Secrétaire rappelle qu'il a émis la même opinion pour expliquer la présence sur le plateau de Transinnes sur une dizaine de mètres de puissance, de kaolin, produit d'altération *in-situ* de l'arkose gedinnienne, alors que, dans la vallée de l'Homme, on ne trouve aucune trace de kaolinisation : les bancs d'arkose y sont transformés en une arène sableuse [1].

M. Fourmarier est d'avis que les affleurements des versants des vallées ne présentent pas un manteau d'altération parce que les produits d'altération sont enlevés par les eaux de ruissellement au fur et à mesure de leur formation.

Nous traversons ensuite le village d'Orgeo et nous nous dirigeons vers la ligne de chemin de fer de Bertrix à Muno que nous atteignons près de la bifurcation de la ligne de Bertrix à Florenville. Il s'y présente une longue tranchée dans laquelle on retrouve les couches taunusiennes, mais sous un aspect plus métamorphique. Ce sont des schistes phylladeux satinés, criblés de petits cubes de pyrite, se débitant en minces baguettes ; certaines surfaces de bancs sont couvertes de traînées d'une phyllite verte. M. Fourmarier y voit des traces d'*Haliserites Dechenianus* ou d'autres algues, dont l'existence aurait facilité la cristallisation de la matière verte. Pour notre part, nous n'avons trouvé jusqu'ici aucune trace qui permette d'y reconnaître un organisme.

Nous suivons ensuite la ligne du chemin de fer vers le Sud-Est.

(1) Le Kaolin en Belgique. *Ann. des Mines de Belg.*, t. XXI, 1920, p. 1066.

Au delà de la station d'Orgeo, on remarque de loin plusieurs affleurements dans les versants de la vallée de la Vierre, qui, d'après nos observations, sont constituées de roches quartzoschisteuses renfermant la faune du *Hunsruckien inférieur.* Près de Gribomont nous avons l'occasion de voir une tranchée creusée dans cette assise ; les roches y sont très altérées ; on y observe des quartzophyllades alternant avec de la grauwacke et des bancs de grès blanchâtre, des phyllades grossiers, des grès grossiers schisteux avec crinoïdes. MM. Fonsny et Roncart y découvrent, en outre, *Spirifer excavatus, Sp. primaevus, Stropheodonta Murchisoni, Proschizophoria personata.* La direction des couches est N. 65° à 70° E. Inclinaison S. 50°.

Nous quittons la voie ferrée pour nous rendre à la station de Saint-Médard, où passe la ligne de Bertrix à Florenville. Nous nous y arrêtons pour restaurer nos forces et vers 13 heures nous nous remettons en route vers le Sud, le long de la voie ferrée.

Une première tranchée se présente à 400 m. de la station de Saint-Médard. Elle est creusée dans les phyllades bleu-foncé du *Hunsruckien supérieur.* Ce sont des phyllades fissiles, à feuilletage régulier. Dans la moitié méridionale, on observe un gros filon de quartz. La direction des couches est sensiblement la même au Nord et au Sud du filon. Ci-après, les mesures prises par M. Fourmarier : au Nord du filon dir. N. 80° E., incl. 55 à 65° S., au sud du filon, dir. N. 85° E., direction approximative de la zone à filon de quartz : N. 20° E. M. Fourmarier attire, en outre, l'attention sur quelques plis minuscules dans les phyllades sous le filon de quartz, auxquels il attache une grande importance.

Une seconde tranchée, ouverte dans des roches identiques, se présente à 600 mètres de la première. Elles présentent d'abord la même inclinaison vers le Sud, puis elles se redressent jusqu'à la verticale et ont une tendance à incliner vers le Nord ; à 50 m. au Nord du viaduc, on remarque que ces couches redressées sont mises en contact par faille à inclinaison Sud (appr. 60°) avec des phyllades à plongement régulier vers le Sud de 60°. M. le Président fait remarquer que les couches sont semblables des deux côtés de la faille et que la faille se dirige (N. 78° E.) suivant la direction des couches, il est d'avis que la dislocation observée pourrait être une queuwée qui correspondrait à un anticlinal en profondeur. Au Sud

du viaduc, les phyllades sont affectés d'ondulations en chaise, à inclinaison générale vers le Sud.

Au Sud de cette tranchée, il y a un nouvel espace de 600 mètres sans affleurement. On arrive ainsi à la tranchée sise au Nord du Kilomètre 61, dont l'extrémité méridionale présente un affleurement altéré de quartzophyllades, souvent très phylladeux, et de grauwacke fossilifère. Les fossiles sont en fort mauvais état. Néanmoins, MM. Fonsny et Roncart parviennent à découvrir quelques pièces déterminables dans lesquelles nous reconnaissons : *Striatopora* cf. *vermicularis, Zaphrentis, Pleurodictyum problematicum,* Crinoïdes divers parmi lesquels *Cyathocrinus pinnatus,* nombreux exemplaires de *Stropheodonta Murchisoni, Str. gigas, Orthis circularis, Spirifer hystericus, Sp. excavatus, Actinodesma obsoletum.* Des roches analogues avec crinoïdes présentent un affleurement peu élevé immédiatement au Sud du Kilom. 61. Ces couches quartzoschisteuses fossilifères appartiennent à la bande du *Hunsruckien inférieur* qui constitue la bordure méridionale du noyau phylladeux du synclinal de l'Eifel. Les couches inclinant vers le Sud, on peut admettre que le flanc Sud du synclinal est renversé.

A un kilomètre plus au Sud, au-delà de la station de Straimont, nous visitons, pour terminer l'excursion, un affleurement fort altéré constitué de quartzophyllades, de quelques bancs de grès et aussi de roches schisteuses bleu-noir, dont il est difficile de distinguer l'allure : on y voit des ondulations en chaise, des inclinaisons diverses, des indices de la présence de failles, des schistes à petits plis au milieu de bancs de grès non ondulés. Il semble qu'on ait affaire à une zone disloquée. M. Fourmarier fait remarquer que cet affleurement se trouve sur le prolongement en direction de la zone faillée d'Herbeumont que nous verrons le lendemain.

Nous nous hâtons vers la gare de Straimont où nous prenons le train à 16 h. 07 qui nous débarque à Bertrix à 16 h. 23.

Séance du soir.

A la demande de M. le Président, **M. Asselberghs** résume l'excursion de la journée, comme suit :

Du Nord au Sud, nous avons traversé les assises suivantes : phyllades, quartzophyllades et grès du Taunusien, quartzo-

phyllades fossilifères du Hunsruckien inférieur, phyllades du Hunsruckien supérieur, quartzophyllades fossilifères du Hunsruckien inférieur et, enfin, quartzophyllades et phyllades appartenant vraisemblablement déjà au Taunusien.

On a pu remarquer, par les découvertes de MM. Fonsny et Roncart, que les fossiles et l'aspect lithologique des roches fossilifères sont identiques à Orgeo, à Straimont et à Longlier. On a donc une répétition de couches, de part et d'autre, de l'axe d'un synclinal, qui est, ici, le synclinal de l'Eifel. Les couches inclinant toutes au Sud, nous admettons que le bord Sud est renversé. Nous avons établi, du reste, dans une étude antérieure, que le Hunsruckien inférieur du bord Sud est renversé à l'Ouest du village de Straimont, c'est-à-dire à partir de la région où l'assise acquiert un facies schisteux, et où le noyau est resserré.

M. Fourmarier. — Il y a certainement des bancs renversés au bord Sud du synclinal de l'Eifel, mais ce serait une erreur de croire qu'il en est ainsi pour toutes les couches que M. Asselberghs considère comme appartenant au flanc Sud du Synclinal de l'Eifel ; près d'Herbeumont, la coupe des tranchées du chemin de fer nous montrera des allures normales prédominantes.

Excursion du 27 septembre.

Partis de grand matin de Bertrix, nous arrivons à la station d'Herbeumont à 7 heures. Nous nous engageons aussitôt dans la grande tranchée du chemin de fer au Nord de la station, où nous nous arrêtons longuement. On s'y trouve devant un ensemble de phyllades bleu-foncé, de quartzophyllades et de grès du *Taunusien* du bord Sud du bassin de l'Eifel. Il y a aussi quelques bancs de schistes phylladeux noirs : dans un de ces bancs, M. Charles trouve des empreintes de plantes dans lesquelles nous reconnaissons *Haliserites Dechenianus*. Ces empreintes sont imprégnées de phyllites vertes analogues à celles que nous avons vues la veille dans la tranchée du chemin de fer au Sud d'Orgeo. Cette découverte montre ainsi le bien-fondé de l'opinion de M. Fourmarier au sujet de l'origine de ces phyllites.

La tranchée d'Herbeumont est fort intéressante au point de vue tectonique ; elle a été décrite et figurée en 1914, par M. Four-

marier [1]. Dans la partie Sud, on peut voir une série de plis renversés vers le Nord et compliqués de failles inclinant vers le Sud.

M. Lohest attire l'attention sur l'existence d'une petite faille, à aspect normal.

Il y a, en outre, des plis minuscules en chaise à inclinaison générale vers le Sud. Nous faisons remarquer que ces plis affectent toujours des roches schisteuses et qu'ils sont particulièrement intenses sous les failles. Des bancs de schistes ondulés, chiffonnés de cette façon, sont compris entre des bancs de grès régulier. Au Nord du viaduc le plus septentrional, l'affleurement est plus altéré et très schisteux. On y voit, près du viaduc et vers l'extrémité de la tranchée, des ondulations en chaise bien nettes à inclinaison vers le Sud : il n'y a plus de plis déversés vers le Nord. C'est sur ce changement d'allure que M. Fourmarier s'est basé pour tracer l'axe du synclinal de l'Eifel : les ondulations en chaise de la partie Nord lui rappelant l'allure du bord Nord du synclinal.

Nous attirons l'attention sur l'existence, dans cette partie de la tranchée, d'une voûte anticlinale plate que décrivent quelques bancs plus résistants composés de grès quartzophylladeux et de quartzophyllades gréseux, à feuilletage inclinant vers le Sud. L'allure est néanmoins discernable en suivant les strates de nature lithologique différente. Immédiatement au Nord, il y a encore quelques couches schisteuses affectées d'ondulations en chaise.

M. Fourmarier. — Lorsque j'ai visité la tranchée pour la dernière fois en 1914, l'état d'avancement des travaux ne m'a pas permis de voir la voûte que montre d'une façon indiscutable la partie la plus septentrionale de cette tranchée ; comme dans les plis du même type observés au Sud, une faille supprime presque entièrement le flanc Nord de l'anticlinal, de façon à faire réapparaître des couches à pendage Sud avec chiffonnages. Si j'avais fait cette observation en 1914, je n'aurais certainement pas été aussi catégorique quant à l'endroit où il convient de faire passer l'axe du pli principal.

Dans la partie Nord de la tranchée, on observe aussi à la partie superficielle, des cailloux roulés d'une terrasse de la Semois.

Nous quittons la ligne du chemin de fer pour suivre la route des

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XLI, 1914, p. B 329.

Ardoisières vers Mortehan, dans la direction du Nord. Au coude brusque que décrit la route entre les 14e et 13e bornes, la route est creusée dans des quartzophyllades à inclinaison Sud qui appartiennent à la bande *hunsruckienne inférieure* du bord Sud du Synclinal de l'Eifel. Cet affleurement n'est pas fossilifère mais nous avons trouvé des fossiles en plusieurs endroits, notamment à la sortie Sud du tunnel de Mortehan et dans le bois de Poursumont; ces points jalonnent la bande entre le point recoupé sur la route et le gîte fossilifère visité hier près de la station de Straimont.

Aux environs de la 13e borne, nous entrons dans une première bande de phyllades ardoisiers du *Hunsruckien supérieur*, la bande de Mortehan. Le long de la route, il y a une ancienne ardoisière abandonnée depuis longtemps. Dormal, dans ses notes, y avait signalé un anticlinal aigu dont les deux flancs sont coupés par une faille à inclinaison vers le Sud. Les excursionnistes ne trouvent aucune trace de cet anticlinal ; M. Fourmarier y voit un ensemble de couches inclinant vers le Sud et recoupées par une faille inclinant dans la même direction. Au Nord de l'Ardoisière, les phyllades affleurent encore jusqu'à l'endroit où la route des Ardoisières tourne vers l'Est.

En ce point, nous quittons cette route et nous continuons la coupe vers le Nord en suivant la route de Cugnon. Nous entrons ainsi dans une bande quartzoschisteuse du *Hunsruckien inférieur* dont plusieurs affleurements sont visibles le long de la route. Dans le pointement méridional, nous rencontrons une couche de quartzophyllades calcareux à crinoïdes. Au tournant brusque de la route, près du pont sur la Semois, nous entrons dans une seconde bande ardoisière, celle de Linglé. Du point où nous sommes, nous voyons les terrils de l'ardoisière de ce nom.

Avant de continuer la coupe, nous nous restaurons à l'Hôtel de Mortehan, sis sur les bords de la Semois.

Nous nous portons ensuite directement dans le vallon du Ruisseau de Muno en un point où affleurent des roches typiques du *Taunusien*, phyllades bleu-foncé, quartzophyllades et grès ou grès-quartzite analogues à ceux que nous avons vus la veille dans les carrières d'Orgeo. Nous nous y trouvons sur le bord Nord du Synclinal de l'Eifel.

M. Fourmarier, suivi de MM. Anten, Legraye et Likiardopoulo, nous quitte momentanément pour aller visiter les affleurements

taunusiens situés plus au Nord et où nous avons signalé des bancs de grès décrivant des plis réguliers et renfermant des couches de phyllades très chiffonnés. Leurs observations sont consignées dans le Compte-rendu de la séance finale.

Au Sud du Taunusien, nous voyons affleurer à plusieurs reprises des quartzophyllades brunâtres qui appartiennent à la bande quartzoschisteuse fossilifère du *Hunsruckien inférieur* du bord Nord du synclinal. Ces quartzophyllades sont fossilifères à l'Ouest, le long de la Semois, à l'Est, le long de la route des Ardoisières.

Nous faisons remarquer que dans le prolongement vers l'Est des couches taunusiennes et des couches du Hunsruckien inférieur, on trouve une troisième bande de phyllades du Hunsruckien supérieur, la bande ardoisière de la Maljoyeuse que nous recouperons tantôt le long de la route des Ardoisières. Au Nord de cette bande, on trouve des quartzophyllades du Hunsruckien inférieur et ensuite les phyllades taunusiens. Dans la coupe que nous étudions ici, la bande de la Maljoyeuse n'existe pas par suite du relèvement du synclinal vers l'Ouest, et les bandes taunusienne et hunsruckienne inférieure sont reportées vers le Sud.

Au Sud du confluent du Ruisseau le Muno et de la Semois, nous prenons le chemin qui monte vers l'Ardoisière de Linglé ; à l'entrée du chemin, affleurent encore des quartzophyllades du Hunsruckien inférieur, mais on passe bientôt aux phyllades ardoisiers du Hunsruckien supérieur exploités à Linglé. La bande de Linglé est fort étroite; elle a tout au plus 150 m. de largeur. Au-delà de l'ardoisière, le chemin descend vers la vallée du Ruisseau d'Aise; ce chemin est parallèle à la route de Mortehan que nous suivions tantôt : on y voit un long affleurement de quartzophyllades schisteux et de quartzophyllades calcareux à inclinaison vers le Sud. On y trouve à deux reprises des couches fossilifères, les fossiles sont en mauvais état par suite de la dissolution des parties calcareuses ; à côté de nombreux crinoïdes, on trouve plusieurs exemplaires de *Stropheodonta Murchisoni* et un grand *Stropheodonta* non déterminable spécifiquement. Le chemin débouche sur la route des Ardoisières où l'affleurement des quartzophyllades se poursuit.

Nous quittons bientôt cette route pour nous engager sur le chemin de la gare de Cugnon-Mortehan. Immédiatement au-delà du viaduc du chemin de fer, se présente un bel affleurement de

phyllades bleu-foncé, devenus compacts par suite de l'intrusion de filons de quartz disposés grossièrement suivant le feuilletage. Ces phyllades appartiennent à la bande phylladifère de Mortehan déjà recoupée quelques heures auparavant. Dans ces phyllades fortement disloqués, on observe plusieurs failles à inclinaison vers le Sud ; sous la faille la plus septentrionale, on remarque une ondulation en S peu prononcée. La route se recourbant vers le Nord, on voit bientôt reposer ces phyllades sur des quartzophyllades calcareux à crinoïdes qui se trouvent sur le prolongement des roches quartzoschisteuses fossilifères que nous venons de recouper. Ces quartzophyllades, parfois très schisteux, forment un long affleurement tout le long de la station de Cugnon-Mortehan. Au Nord de la station, il y a un espace sans affleurement, mais à droite de la route, on voit les installations des Ardoisières de la Côte de Wilbauroche. On y exploite des phyllades ardoisiers qui appartiennent à la bande hunsruckienne supérieure de Linglé. Tout comme à Linglé, cette bande est ici fort étroite; aussi, quand on atteint la route des ardoisières au Nord de l'escarpement de Wilbauroche, on retrouve les quartzophyllades fossilifères qui forment la bordure septentrionale des phyllades ardoisiers de Linglé-Wilbauroche.

En continuant à longer la Route des Ardoisières, nous entrons bientôt dans une troisième bande de Hunsruckien supérieur, dans la bande de la Maljoyeuse. Cette bande est fort large mais son extension vers l'Ouest est beaucoup moins forte que celle des deux autres ; nous avons, du reste, déjà fait remarquer qu'elle n'existe pas dans la vallée du Ruisseau de Muno. Nous jetons un regard rapide sur plusieurs affleurements de phyllades et nous nous hâtons vers la Maljoyeuse où nous trouvons l'auto qui nous ramènera à Bertrix.

Séance de clôture.

A 15 heures, les excursionnistes se réunissent une dernière fois.

M. le Président remercie M. Asselberghs d'avoir assumé la direction de la Session extraordinaire de cette année et lui demande de résumer les observations faites ces derniers jours.

M. Asselberghs reprend succinctement la description des

coupes étudiées et insiste sur les arguments exposés plus haut, qui l'ont amené à expliquer la présence de l'alternance de quartzophyllades fossilifères du Hunsruckien inférieur et de phyllades du Hunsruckien supérieur qu'on a pu observer aujourd'hui, par l'existence de plis isoclinaux probablement faillés, et à éliminer l'hypothèse d'un changement de facies d'Ouest en Est.

M. Fourmarier. — Je me fais un plaisir d'adresser de chaleureuses félicitations à M. Asselberghs pour la façon remarquable dont il a organisé et dirigé les excursions de la *Société géologique de Belgique* ; l'uniformité de faciès du Dévonien inférieur du Synclinal de l'Eifel rend peu attrayante l'étude de ce terrain ; notre guide a pu néanmoins nous montrer des choses particulièrement intéressantes au cours de ces trois journées.

Après avoir vu les faits, nous devons chercher à en tirer une conclusion.

Les participants à l'excursion emporteront, je crois, la conviction que le Synclinal de l'Eifel présente, dans la région visitée, une complexité beaucoup plus grande qu'on ne pouvait le supposer d'après les travaux publiés et d'après les cartes géologiques existantes.

Quant aux deux points en litige, que j'ai rappelés à notre séance du premier jour, je ne pense pas qu'ils soient solutionnés définitivement. En ce qui concerne le passage de l'axe du Synclinal de l'Eifel, j'ai à présenter les considérations suivantes : Au Sud d'Herbeumont, sur la rive gauche de la Semois, l'on se trouve en présence de couches renversées, appartenant au Taunusien ; au début de notre excursion d'aujourd'hui, dans la partie de la tranchée du chemin de fer à la sortie Nord de la gare d'Herbeumont, nous avons trouvé des couches à pendage Sud, à *Halyserites*, incontestablement taunusiennes et qui ne sont pas renversées ; en effet, immédiatement au Nord du premier viaduc, nous les avons vues se courber en anticlinal faillé. Il existe donc au Sud de la gare d'Herbeumont un pli synclinal peut-être accentué par une faille ; dans les tranchées du chemin de fer au Nord d'Herbeumont, nous avons observé une série de fractures donnant une allure imbriquée bien typique, les mêmes couches revenant plusieurs fois par un jeu de failles à pendage Sud ; cette allure reste identique jusqu'au voisinage de la zone des Ardoisières et l'on peut supposer que cette

partie du Synclinal de l'Eifel constitue en quelque sorte une zone failleuse correspondant au prolongement de la faille d'Aiglemont signalée par Gosselet dans la coupe de la Meuse. Dans de telles conditions, il est bien difficile de fixer le point exact de passage de l'axe du Synclinal principal. Je reconnais cependant avoir été trop absolu dans ma note de 1914 ; si j'avais vu la coupe dans de meilleures conditions, je l'eusse sans doute reporté un peu au Nord sans que je puisse préciser d'avantage.

Je crois cependant que l'axe doit passer au Sud de la zone des Ardoisières contrairement à l'idée de M. Asselberghs, et je touche ici au second point qui a fait l'objet de nos recherches et de nos discussions au cours de cette *Session extraordinaire.*

Une fois arrivés à hauteur de Mortehan, nous n'avons plus observé de plis et de failles du type des accidents si caractéristiques de la tranchée d'Herbeumont. A l'ancienne ardoisière, où Dormal avait signalé un pli anticlinal, nous avons observé des couches à pendage Sud, traversées par une cassure minéralisée en quartz, ne répondant nullement à l'accentuation d'un pli en S ; il en est de même dansla grande tranchée de la station de Cugnon-Mortehan. Les plis ont également une tout autre allure ; dans cette dernière tranchée, nous avons observé une allure en chaise tournée vers le Sud et il ne s'agit plus ici de mouvements de faible amplitude dans des roches très feuilletées. Je me suis écarté pendant quelques instants avec MM. Anten, Legraye et Lykiardopoulo pour aller voir dans la vallée du Muno, des affleurements de grès où M. Asselberghs a lui-même signalé la présence de plis ; j'ai relevé le croquis que je reproduis ci-dessous.

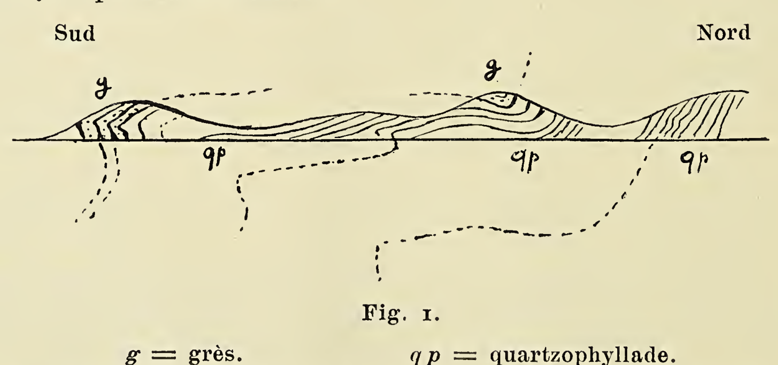


Fig. 1.

g = grès. *qp* = quartzophyllade.

Cette coupe montre que dans cette partie du bassin, les plis ont

une tendance au déversement vers le Sud, et il ne s'agit plus ici de petits chiffonnages, mais de véritables plis intéressant non seulement les schistes feuilletés ou les quartzophyllades, mais aussi les bancs de grès. Lorsque nous observons des ondulations des couches dans la zone des ardoisières, elles correspondent à ce type et je suis en droit, je pense, de supposer que toute la partie du bassin englobant cette zone des ardoisières, y compris la bande de Mortehan, est au Nord de l'axe du Synclinal de l'Eifel. Et si ces couches à pendage Sud du Hunsruckien supérieur sont mises en contact vers le Sud avec le Hunsruckien inférieur, c'est qu'une faille sépare ces deux parties du bassin ; cette fracture, constituant l'une des branches de la zone failleuse d'Herbeumont est peut-être le prolongement de la faille d'Aiglemont ; il n'y aurait aucun inconvénient à la prendre pour l'axe du synclinal, mais il faudrait déterminer son passage exact entre Herbeumont et Mortehan.

Ce que je viens de dire quant à l'allure des plis que l'on peut observer directement sur le terrain, me semble démontrer que la structure de la région ne peut pas être interprétée par des plis isoclinaux.

La répétition des bandes d'ardoises pourrait évidemment s'expliquer par des failles qui tiendraient la place des plis ; M. Asselberghs a envisagé l'hypothèse ; elle paraît justifiée par la présence de zones disloquées telles que celles observées à l'ancienne ardoisière de Mortehan et à la station de Cugnon-Mortehan. Cette dernière paraît être la plus importante. Je ferai remarquer cependant qu'elle se trouve à la bordure Sud de la bande de quartzophyllade qui sépare la ligne d'ardoise de Mortehan de celle de Linglé-Wilbauroche ; cette bande de quartzophyllade, par contre, semble reposer normalement sur les phyllades situées au Nord, ainsi qu'on peut le voir dans le chemin qui joint l'ardoisière de Linglé à la route des Ardoisières. La coupe de ce chemin est continue ; au cours de l'excursion, je l'ai examinée avec soin ; je n'y ai relevé aucune trace de pli ou de faille et je dois bien en conclure que s'il existe une faille, ce n'est pas à la bordure Sud de la ligne d'ardoisières de Linglé-Wilbauroche ; il en résulte forcément que des quartzophyllades fossilifères recouvrent le phyllade ardoisier de la région de Cugnon.

La conséquence logique de cette observation est que l'on peut admettre l'existence de plusieurs niveaux fossilifères, avec faune

sensiblement identique, séparés par des bandes d'ardoise pouvant passer latéralement d'ailleurs à des quartzophyllades ; plus exactement, le Hunsruckien supérieur peut être constitué par des phyllades exploitables dans lesquels s'intercalent localement tout au moins des bandes de quartzophyllades.

Je ne prétends pas que cette manière de voir soit l'expression de la réalité ; c'est une hypothèse tout aussi défendable que celle de la répétition des bandes d'ardoise par un jeu de failles ; il est certain cependant que l'hypothèse des plis isoclinaux doit être abandonnée.

Comme résultat, nos excursions nous ont démontré que la région axiale du Synclinal de l'Eifel a une structure beaucoup plus complexe qu'on ne le croyait généralement ; les failles y sont nombreuses et importantes ; si la question des ardoises n'est pas encore résolue définitivement , les arguments en faveur de l'une et de l'autre hypothèse ont été exposés et ces indications permettront d'orienter de nouvelles recherches. De tels résultats ne sont pas négligeables et, encore une fois, je remercie M. Asselberghs de nous avoir permis de discuter sur place ces questions si intéressantes.

M. Asselberghs tient à faire remarquer que, d'une part, on ne peut pas conclure à l'impossibilité de l'existence de plis isoclinaux dans la région visitée et que, d'autre part, on ne possède aucune donnée sur l'importance des failles qui viennent compliquer la structure de la région.

Après les félicitations adressées par **M. Anten** à M. le Président pour la façon impartiale dont il a conduit les débats, et après quelques mots de remerciements de **M. Asselberghs** pour les paroles aimables de M. le Président et de M. P. Fourmarier, M. le Président déclare close la *Session extraordinaire de* 1921.

AVIS

La *Société Géologique de Belgique* a créé, en dehors de ses *Annales*, une publication nouvelle :

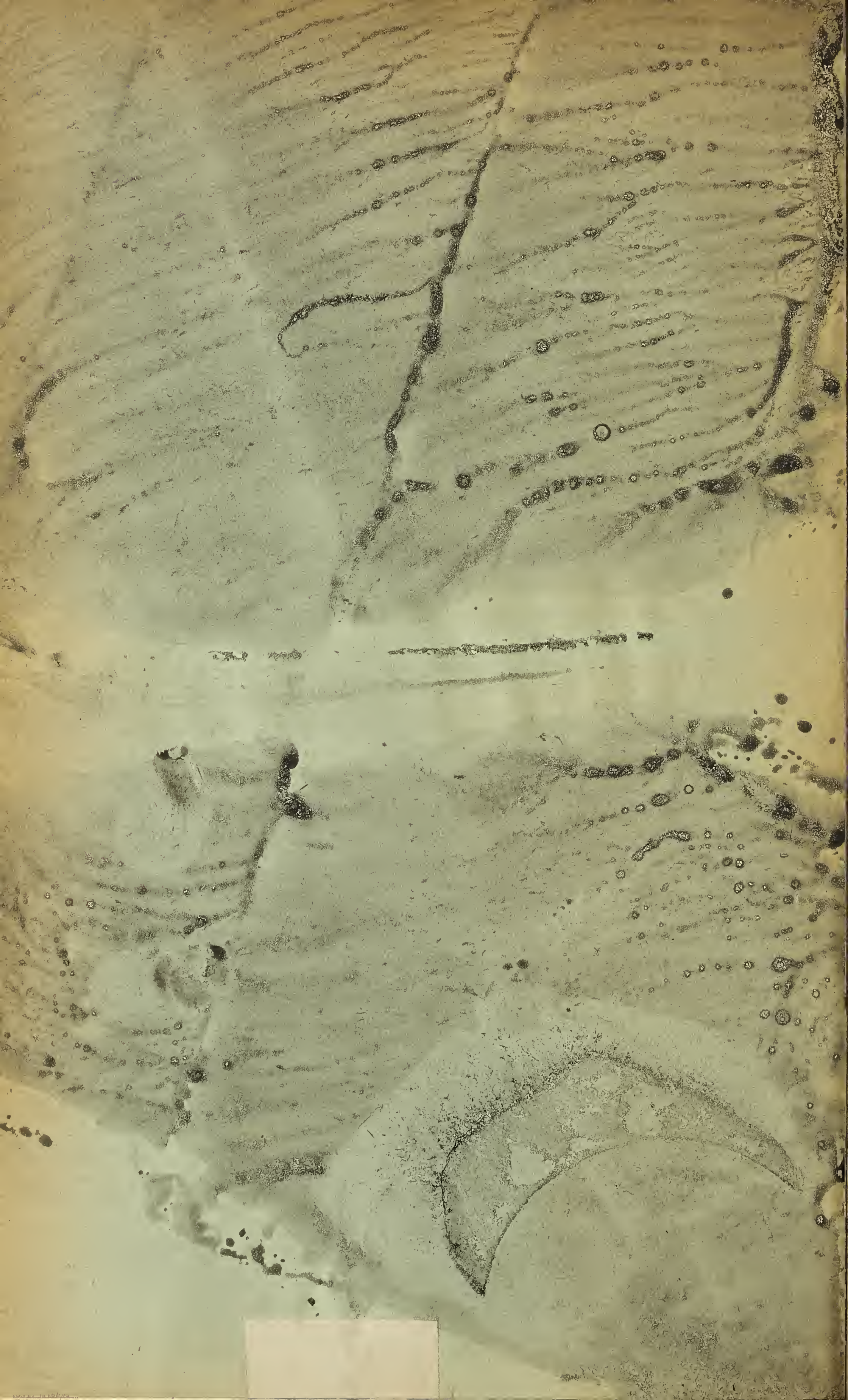
LA

REVUE DE GÉOLOGIE ET DES SCIENCES CONNEXES

Cet organe est destiné à fournir une documentation bibliographique très étendue en matière de sciences minérales et à nous rendre indépendants des publications documentaires allemandes.

La collaboration de spécialistes de toutes les parties du monde a été obtenue. Un développement spécial sera accordé aux rubriques de science appliquée : Matières exploitables et Géologie appliquée, Cartes, etc.

Les membres de la *Société Géologique* et les Sociétés qui échangent leurs publications avec elle, sont vivement invités à collaborer à ce nouvel organe et à lui donner l'appui de leur souscription.



MÉMOIRES

La Meule de Bracquegnies
dans la vallée du ruisseau de St-Pierre, près de Thieu

PAR

J. CORNET

---

§ 1.

Depuis l'époque déjà lointaine où F.-L. Cornet et A. Briart ont publié leur description de la *Meule de Bracquegnies* (1) bien peu de faits nouveaux sont venus s'ajouter à ceux qu'on y trouve exposés (2).

Jusqu'en ces derniers temps, il n'existait qu'un seul point où l'on pût observer la Meule à ciel ouvert ; nous voulons parler de l'affleurement, en grande partie caché par des maisons, qui se se trouve sur le versant nord de la vallée du Thiriau, tout près de la grand'place de Bracquegnies, entre l'ancienne école et l'entrée de la route du Rœulx. F.-L. Cornet et A. Briart avaient, à la vérité, signalé un second affleurement, dans un ravin voisin du château de Saint-Pierre, au nord-est de Thieu ; mais nous montrerons plus loin qu'ils n'ont pu voir en cet endroit, du moins avant la publication du dernier des mémoires que nous venons de citer, que des fragments de meule remaniés à la base du Turonien.

§ 2.

Depuis quelques années, M. Boucheï a ouvert une exploitation dans le versant oriental de la vallée du ruisseau de Saint-Pierre, en face du château de même nom, pour y exploiter les sables

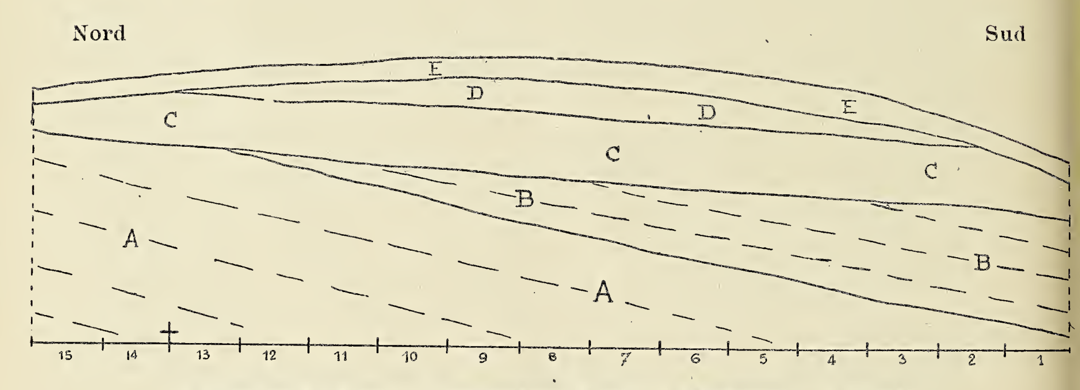
(1) Description... du terrain crétacé de la province de Hainaut. *Mém. et Public. de la Soc. des Sciences etc. du Hainaut*, 3e série, t. I, 1867.

Description... de la Meule de Bracquegnies. *Mém. des Sav. étrang.* (in-4°) *de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXXIV, 1867-1870.

(2) Nous ne parlons, bien entendu, que de la *Meule de Bracquegnies* proprement dite, définie comme elle l'est dans les travaux cités ci-dessus.

et les cailloutis wealdiens. L'excavation n'a d'abord montré que le Wealdien surmonté d'une terre verte représentant les Fortes-Toises (Turonien) altérées. Puis, les travaux ayant entamé davantage le versant de la vallée et s'étant en même temps étendus vers le sud, on a vu apparaître, sur plus de 100 mètres de longueur, une assise nouvelle, la Meule de Bracquegnies, se relevant et se terminant en biseau vers le nord, dépassée dans ce sens par les Fortes-Toises, qui s'étendent en transgression sur le Wealdien.

Nous ferons remarquer que ce point se trouve à environ 800 mètres au nord un peu ouest des sondages n°s 5 (1865) et 6 (1866) de Strépy-Bracquegnies dont les puits de service ont fourni à F.-L. Cornet et A. Briart les matériaux paléontologiques qui ont servi à leur étude de la faune de la Meule [1].



Longueur de la coupe : 135 mètres ; hauteur maximum : 16 mètres

La figure ci-jointe donne la coupe offerte par l'exploitation de M. Boucheï telle qu'elle se présente actuellement (été 1920). Les sections qui la composent sont plus ou moins parallèles à la voie ferrée vicinale qui passe au fond de la vallée. La ligne qui limite inférieurement le dessin représente la voie ferrée, supposée tout à fait horizontale, et nous y avons indiqué la longueur des rails (9 mètres), numérotés de 1 à 15 en allant du sud au nord.

A représente le Wealdien ; *B*, la meule de Bracquegnies ; *C* et D, les Fortes-Toises ; *E*, les éboulis des pentes.

[1] Voyez, dans leur *Description de la Meule de Bracquegnies*, la planche I, fig. 1, donnant une coupe passant par le sondage n° 6 et coupant le ravin qui débouche dans la vallée du ruisseau de Saint-Pierre en face du château du même nom.

§ 3.

Le *Wealdien, A*, ici entièrement sableux et caillouteux, représente un *delta torrentiel* bien caractérisé. En tenant compte d'excavations creusées en contre-bas de la voie ferrée, on observe ces dépôts, dans la partie nord de la coupe, sur une hauteur d'environ 15 mètres. En 1918, les Charbonnages de Strépy-Bracquegnies ont fait forer un sondage dans le fond de la vallée, à hauteur de de l'extrémité du 13e rail, au point où une croix est marquée sur le dessin.

Ce sondage (n° 4 de Strépy-Bracquegnies, série récente), parti de la cote + 81, a rencontré le terrain houiller à 41 mètres de profondeur, après avoir traversé 36m,50 de Wealdien, ce qui donne ici à l'étage une épaisseur d'environ 56 mètres.

Voici la coupe du sondage :

	Epaisseur :	Base à :
MODERNE. PLÉISTOCÈNE.		
Limon jaune (alluvions modernes)	3m 00	3m 00
Cailloux de silex, phtanites et grès empâtés dans de l'argile	1m 50	4m 50
WEALDIEN.		
Sable jaunâtre avec galets plus ou moins volumineux	5m 00	9m 50
Sable avec gravier de quartz et de phtanite et passages argileux	20m 50	30m 00
Argile peu compacte, brunâtre	5m 00	35m 00
Sable argileux non compact	6m 00	41m 00

TERRAIN HOUILLER, à 41m 00.

L'escarpement de l'exploitation et les excavations voisines montrent des sables blancs de différentes grosseurs, en couches paraissant à première vue très régulières, et inclinées au sud à 10°. Les sables sont entrecoupés de lits de cailloux de toutes tailles, depuis le volume du poing et au delà, jusqu'à celui de menus graviers. Ces cailloux, bien roulés ou ayant les angles fortement arrondis, consistent exclusivement en roches primaires : phtanites houillers noirs, brunis ou blanchis, cherts du Calcaire carbonifère, quartz blanc filonien et quartzites blancs ou gris provenant vraisemblablement du Cambrien du Brabant. Nous y avons trouvé un galet de psammite blanchi d'origine famennienne.

Quand on suit avec attention dans l'escarpement les couches de sable et de cailloux, on voit qu'elles forment en réalité des lentilles très aplaties engagées les unes entre les autres en biseaux aigus. On n'y voit pas d'argile proprement dite ; mais certains lits de sable sont un peu argileux. Le lignite fait totalement défaut dans la coupe.

§ 4.

La *Meule de Bracquegnies*, *B*, a sa base sensiblement parallèle à l'ensemble des lits de sable et de cailloux wealdiens. C'est un cas de pseudoconcordance tout à fait fortuit.

La Meule est formée d'une sorte de grès glauconifère à ciment de silice hydratée. Ce ciment forme la masse dominante de la roche et en fait une *gaize* typique. La roche est très légère à l'état sec, très poreuse ; elle absorbe une très grande quantité d'eau et devient ainsi très lourde. Certaines parties, en minces lits, paraissent formées entièrement de silice hydratée. La roche, assez altérée (étant au-dessus du niveau hydrostatique), est, à l'état sec, gris clair ou blanchâtre, plus ou moins tachée de verdâtre ou de brunâtre. Saturée d'eau, elle devient gris bleuâtre ou verdâtre et beaucoup plus foncée. A 2 mètres environ du sommet, dans la partie droite de la coupe, on voit un lit sableux verdâtre, très glauconifère, épais de 20 centimètres. Sur toute son épaisseur, la Meule est ici traversée de nombreux joints irréguliers tapissés de rouille, qui en rendent l'abatage très aisé. L'épaisseur visible de la Meule est de 6 mètres. Je parlerai plus loin du cailloutis qui est à la base et donnerai pour finir la liste des fossiles rencontrés dans la gaize.

§ 5.

Les *Fortes-Toises* ou *Verts* (*C* et *D*) présentent ici le facies altéré, décalcarisé, qu'elles possèdent à la lisière nord de la partie orientale du bassin crétacique. La coupe nous les montre nettement transgressives par rapport à la Meule de Bracquegnies. J'ai parlé ailleurs du caractère transgressif que présente l'ensemble du Turonien dans cette région (1).

(1) *Ann. Soc. géol. d. Belgique.*, t. XLI, 1914, p. B 158.

§ 6.

Afin de préciser certains détails de la coupe, je vais décrire la superposition qui se présente vers la gauche, au voisinage du biseau qui termine la Meule, dépassée par les Fortes-Toises transgressives.

En cet endroit on observe de haut en bas :

E. Eboulis de pente. Sable avec éclats anguleux de silex des Rabots. Ep. 1 mètre environ. Les Rabots sont en place à un niveau supérieur, un peu à l'est de notre coupe.

D. Marne jaunâtre, mêlée de vert, avec petites concrétions siliceuses spongieuses. Ep. 0^m,60. Passe à :

C. Terre meuble à grain sableux, vert foncé, presque entièrement formée de glauconie, totalement privée de calcaire. Ep. 3^m,25. On y trouve quelques concrétions siliceuses légères, poreuses, remplies de gros grains de glauconie (têtes-de-chat). En fait de fossiles, nous n'y avons rencontré que quelques débris d'huîtres à l'état d'orbicules siliceux et un exemplaire de *Spondylus spinosus* dans une concrétion.

Dans le mètre inférieur, on voit quelques cailloux roulés de phtanite, avellanaires en moyenne. A la base, est un gravier de 30 centimètres formé de cailloux roulés de phtanites, ovulaires, avellanaires et plus petits, empâtés dans la terre verte.

B. Meule de Bracquegnies, se terminant en biseau en face de l'extrémité du 12e rail et dépassée par conséquent en transgression par la terre verte représentant les Fortes-Toises.

Le biseau formé par la Meule de Bracquegnies se décompose somme suit, dans l'espace compris entre son extrémité et un point situé à 12 mètres plus au sud ; de haut en bas :

B 4. — Sable très fin, impalpable, cohérent, très riche en silice hydratée, gris clair, un peu violacé à l'état humide. Cette couche se termine à 12 mètres au sud de l'extrémité du 12e rail et va s'épaississant vers le sud.

B 3. — Gravier, avellanaire et plus petit. Ep. 60 centimètres. Il se termine à 9 mètres au sud de l'extrémité du 12e rail.

B 2. — Sable très fin, impalpable, blanc, riche en silice hydratée. Il a 50 centimètres d'épaisseur à 9 mètres au sud de l'extrémité du 12e rail et s'épaissit en descendant vers le sud, tandis qu'il se termine au nord avant le gravier sous-jacent.

B 1. — Gravier, pisaire en moyenne, mêlé de sable fin, ferrugineux, jaune roux. Ep. environ 50 centimètres. Ce gravier se termine un peu au delà de l'extrémité du 12e rail.

A. — Sables et cailloux wealdiens.

§ 7.

Dans la partie droite de notre coupe, la Meule surmonte un lit de très gros galets (pugilaires et plus gros) de phtanite et autres roches, épais d'environ 30 centimètres. Il accompagne la base de la Meule qui se relève vers le nord et est bien distinct des lits de cailloux du Wealdien sous-jacent, auxquels cependant ces gros galets ont été empruntés par la mer de la Meule.

A la base, sur 80 centimètres environ au-dessus du lit de gros cailloux, la Meule de la partie sud a un aspect spécial. Elle rappelle le sable fin violacé B4 de la coupe du biseau terminal. Mais les éboulements, le jour où nous avons levé la coupe, empêchaient de voir nettement le passage des lits formant le biseau à la gaize de la partie sud.

§ 8.

Dans la partie sud de notre coupe, la terre verte représentant les Fortes-Toises renferme vers la base quelques fragments remaniés de gaize fossilifère de la Meule et des blocs de bois silicifié de même origine. C'est dans un de ces fragments que M. Ch. Stevens, lors d'une excursion faite en commun, a trouvé *Cyprina angulata*, un des fossiles abondants de la Meule de Bracquegnies. Ce fait nous avait amené à considérer la terre verte comme représentant la base de la Meule de Bracquegnies, à une date (1913) où la meule elle-même n'était pas visible dans l'exploitation de M. Boucheï (1). Nous avons été entraîné à cette erreur par un passage de F.-L. Cornet et A. Briart (2). Après avoir montré (p. 53), qu'à Bracquegnies il y a, à la base de la Meule, « une couche peu puissante de sable très argileux et très glauconifère renfermant de nombreux galets de phtanite et de quartz », ils disent (p. 62) que « dans le ravin du ruisseau, à l'est du château de Saint-Pierre, la couche argilo-sableuse de la base repose sur les sables jaunes

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XL, 1913, p. B 371.

(2) Description du terrain crétacé de la province de Hainaut.

aachéniens bien caractérisés. » Ce ravin est creusé dans le flanc oriental de la vallée et vient déboucher dans celle-ci un peu à droite de notre coupe. La descente du profil du terrain que l'on voit dans le sud de notre coupe est la pente adoucie du flanc nord du ravin.

Dans la partie supérieure du ravin, on trouve les Rabots en place ; plus bas, on rencontre une terre glauconieuse verte qui est évidemment le terme C de notre coupe. F.-L. Cornet et A. Briart y ont trouvé des blocs de meule remaniés, comme ceux que nous avons signalés plus haut et, par suite d'une certaine ressemblance lithologique, ont considéré la terre verte comme faisant partie de la Meule et représentant la base de l'assise. Il ressort clairement de cela que F.-L. Cornet et A. Briart n'ont pas vu la Meule en place dans la vallée du ruisseau de Saint-Pierre (1).

Nous ajouterons que dans la coupe du puits de service du sondage n° 5 (*loc. cit.* pp. 93-94), ils signalent à la base des Fortes-Toises, reposant sur la Meule, « du sable fin, glauconifère, renfermant des fragments de meule et des fossiles roulés de la Meule ». Cette couche correspond évidemment à la partie inférieure de la terre verte C de notre coupe, où l'on trouve aussi, comme il est dit plus haut, des blocs remaniés de la gaize fossilifère.

§ 9.

La gaize, dans la partie sud de notre coupe, est très fossilifère sans que sa richesse approche de celle que F.-L. Cornet et A. Briart ont rencontrée dans les puits des sondages n°s 5 et 6 de Strépy-Bracquegnies et qui était d'ailleurs exceptionnelle et toute locale.

J'ai retrouvé à Thieu une série d'espèces signalées à Bracquegnies par F.-L. Cornet et A. Briart, et même une espèce (*Cardita spinosa*, B. et C.) qu'ils n'avaient trouvée que dans le petit ravin cité plus haut. Trois espèces sont nouvelles pour la Meule de Bracquegnies ; elles sont marquées d'une croix dans la liste qui suit. Cette liste est loin d'être complète ; beaucoup d'espèces

(1) Du moins avant la publication de leurs deux ouvrages cités plus haut. D'un passage, des notes de F.-L. Cornet, il semble résulter qu'il a observé, en 1870, la Meule en place dans ce petit ravin. Partant de cette indication, je l'y ai retrouvée il y a une vingtaine d'années et fréquemment montrée depuis lors à mes élèves. Les notes de Briart (Service géologique, dossier de la planchette du Rœulx, n° 73), signalent la Meule dans le petit ravin, visible sur 35 m. de longueur, en-dessous des Verts (Fortes-Toises), surmontés eux-mêmes des Rabots.

sont encore indéterminées, faute de bons échantillons. Les tests des fossiles sont en calcédoine noirâtre ou en opale blanche ou bleuâtre.

Rostellaria Parkinsoni, Mantell.
Cinulia avellana, Brongniart.
Turritella subalternans, B. et C.
Janira quadricostata, Sow.
Cucullaea glabra, Parkinson
Cucullaea aequilateralis, B. et C.
Arca carinata, Sow.
\+ *Pectunculus Vaughani*, Woods.
Nucula Dewalquei, B. et C.
Trigonia Elisae, B. et C.
Protocardia hillana, Sow.
Unicardium tumidum, B. et C.
\+ *Cardium* cf. *alternans*, Reuss.
Cardita spinosa, B. et C.
Venus plana, Sow.
Venus Nysti, B. et C.
Cyprina angulata, Sow.
\+ *Panopaea gurgitis*, Brongniart.
Echinides indéterminés.
Rameau de conifère.

Les première et troisième espèces marquées d'une croix font partie de la faune du Greensand de Blackdown [1].

(1) La mise à découvert de la Meule près du château de Saint-Pierre a permis à l'exploitant d'ajouter un article à la liste des substances utiles retirées du sol belge : la gaize est utilisée pour la fabrication de produits calorifuges.

Etudes sur la structure du Bassin crétacique du Hainaut

I. RÉGION ENTRE JEMAPPES ET GHLIN.

PAR

J. CORNET.

INTRODUCTION

Pendant le printemps de 1914, les Charbonnages des Produits à Flénu ont fait forer un sondage dans la vallée de la Haine, entre Jemappes et Ghlin, dans le but de reconnaître la profondeur du terrain houiller et la nature des morts-terrains, en vue de la création d'un nouveau siège. Ce travail a été effectué, sur une grande partie de la hauteur, au moyen de la couronne à diamants et a fourni ainsi des matériaux d'étude de premier ordre. Tous ces matériaux ont été mis à ma disposition par la direction des Charbonnages. Je ne saurais trop remercier MM. Gravez, directeur-gérant, et Badart, directeur des travaux, de toutes les facilités qu'ils m'ont accordées et qui m'ont permis de faire une étude détaillée des terrains tertiaires et crétaciques dans une des parties les plus profondes du bassin crétacique de Mons.

Le sondage de 1914, très instructif en lui-même, acquiert un intérêt bien plus grand encore si l'on en combine les résultats avec ceux d'autres sondages et puits de mines pratiqués antérieurement dans la même région. J'ai condensé graphiquement les données fournies par tous ces travaux en deux coupes, l'une dirigée approximativement dans le sens nord-sud, l'autre orientée à peu près de l'Ouest à l'Est, et se coupant précisément au sondage de 1914.

La *première coupe* (fig. 1) partant du sondage de 1914, se continue vers le Sud par les sondages n°s 2, 3 et 1 des Charbonnages des Produits et se prolonge par trois vieux puits de mines de la région du Flénu. Au Nord du sondage de 1914, elle passe par les

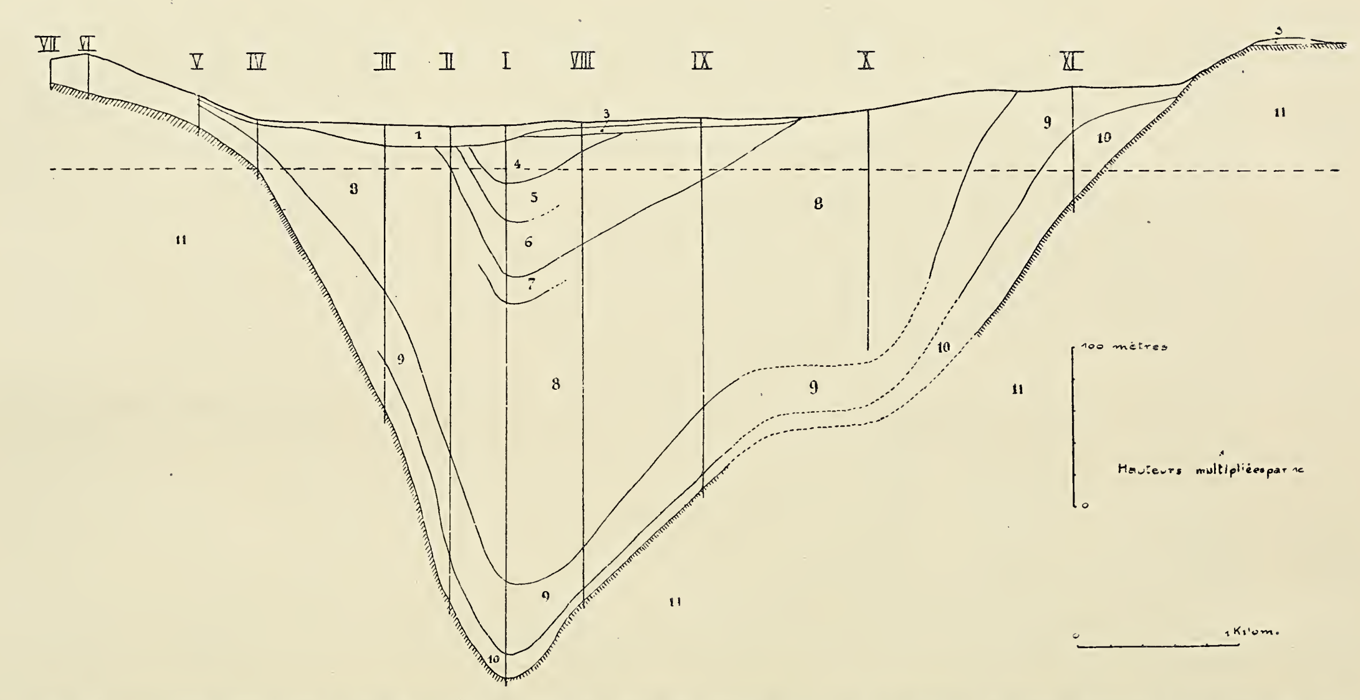


FIG. 1. — COUPE NORD-SUD PASSANT PAR LE SONDAGE DES PRODUITS (1914). Les chiffres romains indiquent les sondages et puits décrits dans le texte.

LÉGENDE DES TERRAINS : 1, Moderne et Pléistocène ; 3, Landenien ; 4, Montien supérieur, lacustre ; 5, Montien inférieur (Calcaire de Mons) ; 6, Maestrichtien ; 7, Craie de Spiennes ; 8, Craies de Nouvelles, d'Obourg, de Trivières et de Saint-Vaast ; 9, Turonien ; 10, Tourtia de Mons et « Meule » ; 11, terrain houiller.

sondages n°s 2 et 1, récents, du Charbonnage du Nord-du-Flénu (Ghlin) puis par deux anciens sondages de la même concession.

Cette coupe montre, notamment, le flanc sud du bassin crétacique de Mons, là où il repose sur le versant septentrional du promontoire houiller du Flénu.

La *seconde coupe* (fig. 2) s'étend, à partir du sondage de 1914, par le puits de l'Espérance (Douvrain) des Charbonnages du Hainaut et par un ancien sondage, datant de 1859-1860, jusqu'au sondages des Prés-à-Chardons, des Charbonnages du Nord du Rieu-du-Cœur. A l'Ouest du sondage de 1914, j'ai prolongé cette coupe jusqu'au sondage du Marais, n° 6, des Charbonnages du Levant-du-Flénu.

Je vais faire la description, pour chacune des deux coupes, de ceux de ces sondages et puits qui sont restés inédits jusqu'ici, en me bornant à rappeler les documents déjà publiés.

Je commencerai par le sondage de 1914, qui est à l'intersection des deux coupes, et le décrirai avec quelque détail, vu le soin avec lequel il a été exécuté et l'intérêt des observations qui y ont été faites.

I. COUPE NORD-SUD

1. — Description des sondages

I. SONDAGE DES PRODUITS (1914)

Ce sondage est situé à 1200 m. au Nord et 165 m. à l'Est du clocher de Jemappes ; l'orifice est à la cote + 27,50 environ, d'après les cartes de l'Institut cartographique militaire.

Ce sondage a été commencé le 16 mars 1914 et a atteint le terrain houiller, à la profondeur de $344^{m},19$, le 1er juillet de la même année. J'ai fait le débit des carottes sur les lieux mêmes avec le concours intelligent et dévoué de M. J. Heupgen, que je remercie vivement ici. Les matériaux mis à part ont été transportés à l'Ecole des Mines de Mons et, par suite des loisirs forcés de la période de guerre, minutieusement étudiés, les fossiles dégagés et déterminés autant que possible.

Les notes prises pendant ce travail constituent un document très volumineux dont je ne puis, dans les circonstances présentes, encombrer nos *Annales*. Je me bornerai à donner en une coupe sommaire les résultats généraux du sondage, puis j'ajouterai certains détails sur les assises traversées.

a) Coupe sommaire

	Épaisseur:	*Base à:*
MODERNE		
Limon alluvial, tourbeux vers la base	$0^{m}80$	$0^{m}80$
Tourbe	2,85	3,65
PLÉISTOCÈNE		
Sables gris, à cailloux de craie vers le bas	1,35	5,00
Sable avec cailloux de silex, etc.	0,30	5,30
Sable limoneux, calcareux, sans cailloux	1,70	7,00
Sable à grain moyen, avec cailloux	1,00	8,00
Sable limoneux, calcareux, brunâtre, sans cailloux	1,00	9,00
Sable avec gros cailloux de silex, etc.	0,50	9,50

	Épaisseur:	Base à:
Landenien		
Absent	0,00	0,00
Montien supérieur, lacustre		
Marnes lacustres, généralement friables, présentant quelques bancs cohérents	10,50	20,00
Lignite	2,50	22,50
Marne comme ci-dessus	6,50	29,00
Marne argileuse à concrétions dures	3,00	32,00
Marne argileuse, avec menus cailloux	3,26	35,26
Montien inférieur, marin (Calcaire de Mons)		
Calcaire du type *tuffeau*, avec bancs de calcaire cohérent plus ou moins cristallin. Menus cailloux vers la base	21,74	57,00
Danien (Tuffeau de Ciply)		
Absent	00,00	00,00
Maestrichtien (Tuffeau de St-Symphorien)		
Calcaire grenu et friable, sans silex, sauf à la base, sur 1 m. Quelques cailloux phosphatés à la base	35,28	92,28
Sénonien		
5. *Craie phosphatée de Ciply.* Absente	00,00	000,00
4. *Craie de Spiennes.* Craie grossière avec silex brunâtres	16,72	109,00
3. *Craies de Nouvelles et d'Obourg.* Craie blanche sans silex, avec cailloux phosphatés à la base..	71,00	180,00
2. *Craie de Trivières.* Craie blanche ou plus où moins grisâtre, sans silex, avec couche de craie phosphatée grossière à la base	79,88	259,88
1. *Craie de St-Vaast.* Craie blanche ou plus ou ou moins grisâtre, schistoïde par places et avec enduits noirs et traces de végétaux et d'éponges. Gros grains de glauconie et concrétions phosphatées à la base	24,23	284,11

Turonien	Épaisseur :	Base à :
5. *Craie de Maisières*. Craie très glauconieuse, vert foncé, compacte	4,16	288,27
4. *Rabots* ou *Craie à cornus*. Craie marneuse avec silex abondant, gris foncé	7,03	295,30
3. *Fortes-Toises*. Marne crayeuse, compacte, à concrétions siliceuses irrégulières	17,00	312,30
2. *Dièves supérieures*. Marnes cohérentes plus ou moins glauconifères, à *Terebratulina rigida*	7,12	319,42
1. *Dièves moyennes*. Marnes argileuses, plus ou moins plastiques et glauconifères, avec *Inoceramus labiatus* et *Mammites nodosoides*....	9,16	328,58
Cenomanien		
3. *Dièves inférieures*, à *Actinocamax plenus*. Absentes	00,00	000,00
2. *Tourtia de Mons*, à *Pecten asper*. Marne glauconifère, très glauconieuse vers le bas, avec quelques menus cailloux roulés. *Pecten asper*, etc.	5,57	334,15
1. *Couches dites « Meule »*. D'après les carottes : calcaires cohérents, en grande partie très durs, cristallins, avec parties marneuses moins cohérentes ; généralement glauconifères	10,04	344,19

Terrain houiller

Atteint à 344m,19.

b) Détails sur les assises traversées

Moderne. — Le limon alluvial moderne est fortement tourbeux dans les prairies basses et humides qui entourent le sondage. Mais ce limon tourbeux est nettement distinct de la tourbe qui vient en dessous.

Pléistocène. — Le sable gris de $3^{m},65$ à 4 m. renferme des coquilles de mollusques fluviatiles : planorbes et limnées. Le gravier de 5 m. à 5 m. 30 comprend des cailloux roulés de silex abondants et quelques cailloux de calcaire grenu et de calcaire compact provenant vraisemblablement du Montien inférieur. Le sable traversé de 7 m. à 8 m. contient des petits cailloux de calcaire grenu et quelques débris végétaux carbonisés. A $9^{m},50$, nombreux

et gros cailloux de silex de deux sortes, les uns bruns, les autres gris blanc (silex du tuffeau), corrodés, verdis à la surface. Ces derniers sont manifestement des cailloux de la base du Landenien, remaniés ici à la base du Pléistocène.

LANDENIEN. — Cet étage fait complètement défaut ; le cailloutis précédent repose directement sur les marnes montiennes.

MONTIEN SUPÉRIEUR LACUSTRE (*Mn*2). — Les marnes lacustres montiennes sont d'abord de consistance sableuse, fines, non plastiques, gris foncé à l'état humide, gris bleu clair à sec et alors très friables. C'est, plutôt qu'une marne, un limon lacustre calcareux, car ce sédiment est peu argileux. De 12 m. à 14 m., la roche est cohérente et a l'aspect d'un calcaire. Sous 14 m., elle a plus ou moins de cohérence, suivant les bancs traversés; entre 18 m. et 20 m., elle est friable et plus calcareuse.

Le *lignite* traversé de 20 m. à $22^{m},50$ est compact, brillant, très beau.

Sous le lignite on rencontre, jusque 25 m., la même marne ou limon lacustre que plus haut ; elle est assez cohérente. En dessous est une couche de 50 cm. de marne très calcareuse, gris clair à l'état humide, blanc grisâtre à sec, ne laissant qu'un très faible résidu par l'action de l'acide chlorhydrique. Puis, jusque $26^{m},70$, on traverse cette même marne avec parties très cohérentes, dures ; de $26^{m},70$ à 28 m. est une couche de marne peu cohérente et très blanche, très calcareuse, d'aspect crayeux ; elle redevient plus grise jusque 29 m. et, de 29 m. à 30 m., on est dans une vraie marne argileuse, plastique, gris foncé, luisante dans la coupure. De 30 m. à 32 m., cette marne renferme des parties cohérentes ou concrétions de calcaire gris foncé, très tenace, de texture très compacte. Un échantillon, gros comme une pomme, montre une surface extérieure arrondie, non clastique, et dans la section une sorte de structure concrétionnée. De 32 m. à 35m,36, on est dans une marne argileuse gris foncé, avec petites concrétions calcaires, mêlée d'un fin gravier quartzeux et de petits cailloux de phtanite et de silex. A 34 m., et devenant de plus en plus abondants jusqu'à la base de l'assise (à $35^{m},26$), la marne renferme des cailloux plus ou moins arrondis dans l'ensemble, mais à surface acci-

dentée, comme *corrodée*, d'un calcaire gris bleu, grenu, un peu cristallin, très cohérent, montrant des coupes de foraminifères. Ce sont des roches du Montien inférieur marin, remaniées par les eaux du lac à physes et constituant ici le gravier-base du Montien supérieur.

Nous avons récolté, dans ces couches lacustres, une grande quantité d'oogones silicifiées de *Chara* et, en outre, *Physa montensis* et *Paludina Lamberti*. Nous avons des échantillons bien repérés de la physe, provenant de 17 m., et des concrétions calcaires de 30 m. à 32 m.

L'épaisseur totale du Montien supérieur est donc ici de $26^{m},76$. C'est une des plus grandes puissances qu'on lui connaisse (1).

MONTIEN INFÉRIEUR MARIN (*Calcaire de Mons*, *Mn1*). — Le travail à la couronne à diamant a commencé dès l'entrée dans le Calcaire de Mons. Cette assise a ici $21^{m},74$ d'épaisseur. Elle débute, au sommet, par un calcaire grenu, friable, à aspect de tuffeau, d'abord d'un blanc légèrement jaunâtre, puis prenant (à 37 m.), une teinte gris bleu clair. On y voit des foraminifères abondants. A 45 m., l'aspect change ; le calcaire est grenu, gris bleu très clair, très cohérent, *cristallin*, sonore sous le choc du marteau. Puis, jusqu'à la base, on traverse des alternances de calcaire cristallin plus ou moins cohérent, dominant, et de calcaire tuffeau plus ou moins friable. Les foraminifères sont généralement abondants et à plusieurs niveaux (notamment vers 48 m. et vers 52 m.), la roche présente une structure concrétionnée, rappelant beaucoup celle du *Calcaire pisolithique* du bassin de Paris, et due à des algues calcaires (*Lithothamnium*). Vers le bas, le calcaire est tendre, mais reprend de la cohérence tout à la base, où il renferme quelques petits cailloux roulés de phtanite noir et de craie blanche.

Le Calcaire de Mons s'est montré assez riche en fossiles ; à part les *Lithothamnium* (2), les foraminifères et les bryozoaires, nous y avons trouvé : *Turritella montensis*, *Corbis transversaria*, *Ostrea montensis*, *Trochocyathus Konincki*, en bons exemplaires, sans compter des fragments de fossiles peu déterminables, dont le calcaire est rempli à certains niveaux.

(1) Au puits artésien de la Chaussée de Binche, on en a traversé 29 mètres sans arriver à la base. (J. CORNET : *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XLII, 1919, p. B 70).

(2) G. DEWALQUE a signalé la présence de *Lithothamnium* dans le Calcaire de Mons de la tranchée de Hainin (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XV, 1888, p. LXXX).

Danien (*Tuffeau de Ciply*). — Je n'ai rien constaté qui puisse faire admettre la présence du Tuffeau de Ciply ; le tuffeau qui gît sous le Calcaire de Mons renferme dès le sommet une faune maestrichtienne.

Maestrichtien (*Tuffeau de St-Symphorien*). — Cet étage a ici 35^{m},28 d'épaisseur. Il est représenté par un calcaire tuffeau blanc brunâtre clair, jaunâtre ou blanchâtre, grenu, friable ou plus ou moins cohérent, par bancs. Vers 64 m., il renferme de rares cailloux phosphatés très petits. On trouve vers la base quelques silex gris clair. Tout à fait à la base, quelques nodules phosphatés.

Les fossiles en bons exemplaires récoltés dans ce tuffeau sont :

Belemnitella mucronata
Pecten pulchellus
Neithea quadricostata
Lima semisulcata
Pectunculus
Cardium
Ostrea
Dentalium (espèce lisse)
Trigonosemus pectiniformis (c. c.)
Thecidea papillata (c. c.)
Crania ignabergensis
Crania antiqua
Crania spinulosa
Ditrupa Ciplyana
Lunulites Goldfussi
Hemipneustes striato-radiatus (c. c.)
Hemipneustes oculatus
Catopygus fenestratus
Bourgueticrinus ellipticus

Craie phosphatée de Ciply (*Cp4b*). — Cette partie supérieure de l'assise de Spiennes n'est pas représentée.

Craie de Spiennes (*Cp4a*). — Cette assise a ici 16^{m},72 (de 92^{m},28 à 109 m.). Elle est à l'état de craie grossière, blanc grisâtre, à grains de phosphate très rares, avec silex bruns ou gris brun foncé. Par suite de la crainte qu'inspirent les silex en rognons aux sondeurs usant de la couronne à diamants, la Craie de Spiennes a été traversée au trépan. Aucun fossile n'a été recueilli, mais l'assise est aisément reconnaissable à ses caractères lithologiques.

Craies de Nouvelles (*Cp3b*) et d'Obourg (*Cp3a*). — Sous la profondeur de 109 m., la craie change de nature, devient blanche et plus fine ; mais les échantillons ramenés par le courant d'eau renferment encore du silex brunâtre, en fragments devenant de plus en plus fins à mesure qu'on descend. Je considère ce silex comme provenant de la Craie de Spiennes et éboulé dans le trou de sondage. Dès que reprend le travail à la couronne (à 164 m.), la craie est sans silex.

La base de la craie d'Obourg a été atteinte à 180 m.

Les échantillons au trépan montrent, de 109 m. jusqu'un peu au-dessus de 164 m., une craie assez fine, blanche à l'état sec, mais grisâtre à l'état humide. En dessous :

Carotte à 170^{m},93 ([1]). Craie blanche à grain fin, avec nombreux enduits grisâtres et, par place, des enduits pyriteux.

Fossiles : *Belemnitella mucronata, Aptychus, Pecten cretosus, Gryphaea vesicularis, Neithea, Terebratulina striata, Cidaris sceptrifera* (?)

Carotte à 175^{m},03. — Craie blanche à grain fin, plus cohérente que ci-dessus, plus grise par place vers le milieu, redevenant blanche vers le bas. Enduits gris. Quelques boules de marcasite vers le bas.

Fossiles : Gastropodes, *Inoceramus Cuvieri, Pecten cretosus, Neithea quinquaecostata, Crania* cf. *ignabergensis, Echinocorys vulgaris, Cidaris sceptrifera,* gros spongiaire (*Coscinopora* (?))

Carotte à 181^{m},19. — Craie blanche, peu traçante, avec nombreux nodules phosphatés roulés ; nodules friables d'oxyde de manganèse. Renferme: *Actinocamax quadratus* (3 beaux exemplaires), *Gryphaea vesicularis,* débris d'inocérames, *Terebratulina striata,* spongiaire (*Craticularia*).

Ce conglomérat à cailloux phosphatés correspond à la base de la Craie d'Obourg; il est dans la partie supérieure de la carotte. Je le place à 180 m., en tenant compte de la longueur de la carotte et du niveau de la base.

Craie de Trivières (*Cp*2). De 180 à 260 m., (plus exactement 259^{m},88) on a traversé une assise que je rapporte à la Craie de Trivières. Elle est formée d'une craie blanche plus ou moins grise présentant une série de particularités lithologiques décrites dans mes notes, mais dont le détail est trop long pour prendre place ici.

La base, cependant, mérite une description à cause de ses caractères spéciaux, qui n'ont été observés nulle part ailleurs. Sur une épaisseur de 1^{m},50 environ (dans les carottes : de 258^{m},42 à 259^{m},88), elle se présente comme une roche très grossière, assez cohérente, gris bleuâtre foncé même à l'état sec, formée de petits

([1]) Ces chiffres se rapportent à la *base* des carottes.

grains phosphatés entourés d'un ciment crayeux, et renfermant, surtout dans sa partie inférieure, de nombreux nodules phosphatés à surface irrégulière, ayant en moyenne le volume d'un pois. A part ces nodules, la roche rappelle beaucoup la craie phosphatée de Ciply sous son facies gris bleu de Saint-Symphorien. Vers le haut, elle passe à la Craie de Trivières par intercalation et tubulations. Elle repose sur la Craie de Saint-Vaast par l'intermédiaire d'une surface nette oblique qui correspond à une cassure avec déplacement.

Au-dessus de cette couche remarquable, la Craie de Trivières présente, sous la profondeur de 200 m., des zones portant sur le plat des lits des enduits noirs ou noir brunâtre, parmi lesquels on distingue souvent des empreintes d'algues.

J'ai trouvé dans l'assise de Trivières : *Actinocamax quadratus* (à $181^{m},90$, 203 m., 208 m., 222 m. et 224 m.), *Inoceramus balticus* (à 244 m.), *Inoceramus tuberculatus* Woods (à 255 m.), *Avicula tenuicosta* (à 222 m.), qui suffisent à établir que nous avons affaire de haut en bas à la craie à *Actinocamax quadratus*. J'y ai récolté en outre :

Dent de reptile
Dents et écailles de poissons
Coprolithes
Crioceras ?
Pecten cretosus
Pecten spec.
Fragments d'inocérames
Spondylus latus
Spondylus spec.
Ostrea canaliculata
Ostrea spec.
Ostrea spec.
Cardium
Neithea
Dentalium
Rhynchonella plicatilis
Rhynchonella spec.
Terebratula carnea
Terebratulina striata
Echinocorys vulgaris
Caratomus striato-radiatus
Micraster
Cidaris sceptrifera
Cidarides indéterm.
Serpula ampullacea
Coscinopora ?
Craticularia ?
Traces de vers
Traces d'algues

Craie de Saint-Vaast (*Cp*1). — De $259^{m},88$ à $284^{m},11$. Craie fine, très blanche ou légèrement bleuâtre à l'état sec, mais très grise à l'état humide, souvent à cassure conchoïde. On y trouve intercalées de nombreuses zones d'une craie stratifiée en plaques horizontales se séparant aisément et souvent assez minces pour donner à la roche une sorte de structure schistoïde. Ces plaques

ou ces feuillets sont tapissés d'un enduit noir, de nature organique, ordinairement sans aspect défini, mais présentant à divers niveaux comme de vagues empreintes organiques, où l'on reconnaît des traces d'algues et de spongiaires.

Vers 276-279 m., une carotte montre une craie d'aspect *conglo-méroïde*, formée de parties blanches et de parties grises irrégulières, avec grandes concrétions phosphatées irrégulières, perforées, non roulées et enduits noirs.

A la base (de 283 m. à 284^{m},11), la craie, un peu grisâtre avec enduits noirs, est pointillée de gros grains de glauconie, généralement épars mais accumulés par place, par traînées ; quelques concrétions, phosphatées gris jaune.

La craie de Saint-Vaast ne s'est pas montrée très fossilifère. A part les traces d'algues et de spongiaires, j'y ai rencontré : *Pecten cretosus*, *Pecten Nilssoni*, *Inoceramus tuberculatus* (?), un petit inocérame indéterminé, des fragments de grand inocérame indiquant une forme fortement bombée (*I. involutus* ?), *Spondylus latus* ?, *Ostrea*, *Neithea*, *Terebratula carnea*, des radioles de cidarides et des débris divers de poissons, habituellement agglomérés en sortes de boudins paraissant être des coprolithes désagrégés.

Craie de Maisières (*Tr* 2*c*). — De 284^{m},11 à 288^{m},27. La craie de la base de l'assise de Saint-Vaast devient de plus en plus glauconieuse et passe graduellement à la Craie de Maisières, sans qu'aucun indice de ravinement soit visible dans la carotte. Toutefois, à partir de 284^{m},11, le grain fin de la craie sénonienne de Saint-Vaast fait place au grain plus grossier de la craie turonienne. C'est là que j'ai placé la limite des deux étages.

La Craie de Maisières est très glauconieuse, gris vert foncé, assez cohérente. J'y ai trouvé *Ostrea semiplana*, *Ostrea canaliculata*, *Pecten Nilssoni*, *Neithea quinquecostata*.

Rabots ou Craie a Cornus (*Tr*2*b*). — Cette assise a été traversée au trépan, de 288^{m},27 à 295^{m},30. Elle se présente à l'état de craie marneuse grossière, grenue, gris bleu, avec silex abondant, gris foncé noirâtre.

Fortes-toises (*Tr*2*a*). — Cette assise présente de haut en bas les deux parties suivantes :

Parte supérieure ($13^{m},70$). Marne crayeuse compacte, très cohérente, gris bleu, avec concrétions siliceuses irrégulières.

Partie inférieure ($3^{m},30$). Marne crayeuse grossière, grenue, très cohérente, à noyaux irréguliers plus durs et plus foncés, passant graduellement, vers le haut, aux concrétions des Fortes-Toises.

La marne des Fortes-Toises ne se délite pas dans l'eau. Dans les fragments de carottes abandonnés en plein air, elle a résisté longtemps aux intempéries.

Je n'ai trouvé dans ces Fortes-Toises qu'un spongiaire indéterminable.

DIÈVES SUPÉRIEURES (*Tr*1*b*). — De $312^{m},30$ à $319^{m},42$. Marne cohérente, pierreuse par place et même cristalline et veinée de calcite, gris bleu ou blanchâtre, plus ou moins glauconifère, surtout vers le bas, présentant dans la partie inférieure quelques petits cailloux épars de phtanite noir, disparaissant graduellement vers le haut. *Ostrea canaliculata*, *Ostrea conica*, *Ostrea vesicularis* (forme dite *O. hippopodium*), *Pecten Dujardini*, *Terebratulina rigida*, débris de poissons.

Ces dièves, dans leur partie supérieure peu glauconifère, ressemblent assez bien à la marne des Fortes-Toises; mais elles se désagrègent dans l'eau et se réduisent rapidement en une masse boueuse lorsqu'elles sont exposées à la pluie (1).

DIÈVES MOYENNES (*Tr*1*a*, *pars*). — De $319^{m},42$ à $328^{m},58$. Marne argileuse gris bleu, plus ou moins plastique, avec intercalations assez cohérentes ; glauconifère, très glauconieuse vers le bas et renfermant à la base des nodules phosphatés et quelques petits cailloux de quartz. Nous avons rencontré *Inoceramus labiatus* en abondance en une série de niveaux répartis sur toute la hauteur ; dans une carotte de $1^{m},50$ non exactement repérée, mais se plaçant vers le milieu de l'épaisseur comprise de $321^{m},59$ et $328^{m},58$, soit vers 325 m., nous avons rencontré plusieurs exemplaires de *Mammites nodosoides*, ammonite caractéristique de la zone à *In. labiatus*.

(1) Les Dièves supérieures sont à certains niveaux traversées de joints de glissement.

Dièves inférieures (*Tr*1*a*, *pars.*). — La marne à *Actinocamax labiatus* semble faire défaut [1].

Tourtia de Mons (*Cn*3). — De $328^{m},58$ à $334^{m},15$. — Marne d'abord simplement riche en glauconie, mais devenant bientôt fortement glauconieuse, d'un beau vert très foncé, cohérente, pierreuse par place ; quelques cailloux de phtanite épars, pisaires ou plus petits. *Pecten asper* abondant, *Pecten orbicularis*, *Ostrea conica*, *Ostrea vesiculosa* abondante, *Ditrupa deformis*. Cette réunion d'espèces caractérise le Tourtia de Mons proprement dit.

Une carotte nous montre, à un niveau que nous plaçons à $334^{m},15$, le contact du Tourtia de Mons avec l'assise sous-jacente. On voit la marne glauconieuse vert noirâtre du Tourtia, en contact, par une surface accidentée indiquant un ravinement, avec un grès calcareux ou calcaire gréseux, cristallin, formant le sommet de la « Meule ». Cette dernière roche présente des veines verticales de calcite qui s'arrêtent à la surface de ravinement sans pénétrer dans le Tourtia.

Couches dites « Meule » (*Cn*2). — Entre la base du Tourtia ($334^{m},15$) et le contact du terrain houiller ($344^{m},19$), on a extrait une série de tronçons de carottes d'une longueur totale de $3^{m},60$ et un grand nombre de fragments plus ou moins volumineux, provenant des parties intercalées entre ces tronçons. Comme ces tronçons et fragments ne comblent pas l'intervalle de $10^{m},04$ compris entre le Tourtia et le terrain houiller, il semble que les roches présentaient dans cette épaisseur des régions meubles qui ne sont pas représentées dans les carottes et les morceaux séparés.

I. Quoi qu'il en soit, voici le *signalement lithologique* des roches des carottes en procédant de haut en bas et en dessous de celle qui est décrite plus haut, en contact avec le Tourtia de Mons.

1. Calcaire marneux gris vert, à nombreux grains de glauconie assez

[1] Dans un travail antérieur (Le Turonien entre Mons et l'Escaut, *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XLII, 1919, p. M. 147), j'ai rapporté à cette assise la marne glauconifère comprise de $328^{m},58$ à $330^{m},43$. Mais n'y ayant pas rencontré *Actinocamax plenus* et n'y ayant trouvé que des fossiles existant aussi bien dans le Tourtia de Mons, je crois n'avoir aucune raison de la séparer du Tourtia.

volumineux. Dans l'acide chlorhydrique, la roche se désagrège complètement et laisse un résidu abondant de glauconie et d'argile, avec un peu de pyrite.

2. Roche gris clair, gris blanc à sec, finement grenue, imprégnée de silice (calcédoine), sans glauconie apparente, présentant de minces veinules de calcédoine. Par HCl, la roche donne une effervescence vive, mais ne se désagrège pas et reste presque entièrement insoluble. Il s'en sépare quelques grains siliceux.

3. Calcaire gris bleu, finement grenu, cristallin, sans glauconie visible. Par HCl, il se dissout en laissant comme résidu de la silice, très peu de matière argileuse et un peu de glauconie.

4. Marne cohérente, gris vert foncé, à nombreux grains de glauconie assez volumineux. Un fragment plongé dans HCl reste cohérent et abandonne un résidu séparé de silice, de glauconie, d'un peu d'argile et quelques grains pyriteux. La roche renferme des noyaux très durs à ciment siliceux (calcédonieux).

5. Calcaire gris plus ou moins grenu, cristallin, avec quelques veines de calcite ; grains de glauconie épars, abondants par place, assez volumineux. Dans HCl, dissolution avec abandon d'un faible résidu de glauconie, d'un peu de silice et d'un peu d'argile.

6. Roche gris bleu clair, dure et très compacte, imprégnée de silice, à grains de glauconie assez gros, disséminés ou plus ou moins serrés et à spicules d'éponges. Dans HCl, les fragments donnent une vive effervescence mais ne se désagrègent pas; il s'en sépare un peu de silice et de glauconie.

7. Calcaire gris bleu très grenu, cristallin, à grains de glauconie assez abondants et assez volumineux. Dans HCl, dissolution avec résidu de glauconie, de silice et d'un peu d'argile.

8. Marne cohérente gris vert foncé, à grains de glauconie abondants et rapprochés, assez volumineux. Dans HCl, la roche ne se désagrège pas, mais abandonne en abondance des grains de glauconie, du sable et un peu d'argile.

9. Calcaire gris bleu, grenu, cristallin, veiné de calcite, à grains de glauconie assez abondants et assez volumineux. Par HCl, la roche se dissout en laissant un abondant résidu de glauconie, de silice et d'un peu d'argile.

10. Calcaire gris bleu, grenu, cristallin, avec rares grains de glauconie visible. Dans HCl, dissolution avec très faible résidu de sable fin et de glauconie.

11. Calcaire gris bleu, finement grenu, cristallin, veiné de calcite, sans glauconie visible. Dans HCl, dissolution avec résidu peu abondant de silice avec très peu de glauconie et d'argile.

12. Roche gris bleu clair, compacte, dure, à ciment siliceux, présentant des noyaux cherteux ; nombreuses spicules d'éponges, pas de glauconie visible. Par HCl, la roche donne une effervescence passagère, mais ne se désagrège pas et n'abandonne aucun grain.

13. Roche analogue à la précédente, mais glauconifère et présentant des parties friables, sans ciment siliceux.

14. Roche analogue à la précédente, avec noyaux de chert.

II. Ces différentes roches sont très fossilifères ; mais les fossiles sont difficiles à dégager des parties à ciment calcédonieux et des calcaires cristallins. Parmi les fossiles dégagés, j'ai reconnu :

Pecten orbicularis (c. c.)
Neithea aequicostata
Neithea quinquaecostata
Ostrea conica (ordinaire)
Ostrea conica(var. petite, ridée)
Ostrea vesiculosa (c. c.)
Ostrea frons (= *O. carinata*)
Lima Fittoni
Lima canalifera
Rhynchonella Lamarckiana
Rhynchonella compressa
Rhynchonella depressa
Serpula plexus
Serpula sp.
Spicules d'éponges
Frondicularia

Cette faune est nettement cénomanienne.

II. SONDAGE N° 2 DES PRODUITS (1876-1877)

Ce sondage est situé non loin du précédent, à 967 m. au Nord et à 68 m. à l'Ouest du clocher de Jemappes. L'orifice est à la cote + 27,5 environ. Il a été commencé le 12 avril 1876 et abandonné à 343^{m},85, dans le terrain houiller, le 24 mars 1877.

Voici, d'après les renseignements que je possède, copiés littéralement, la série des terrains traversés jusqu'au contact du terrain houiller. J'y ajoute les déterminations stratigraphiques.

	Épaisseur	*Base à*
MODERNE : Tourbe	3^{m}00	3^{m}00
PLÉISTOCÈNE : Sables	7,00	10,00
Gravier mélangé de sable	2,25	12,25
MAESTRICHTIEN : Craie de Maestricht	7,75	20,00
Silex	4,00	24,00
Silex mélangé de craie	2,00	26,00
SÉNONIEN : Craie blanche	177,00	203,00
TURONIEN :		
CRAIE DE MAISIÈRES : Craie grise glauconifère	5,00	208,00
RABOTS : Silex non massif	9,65	217,65
FORTES-TOISES : Fortes-Toises assez résistantes	16,20	233,85
DIÈVES : Dièves	23,25	257,10
Dièves un peu plus vertes	2,80	259,90
TOURTIA DE MONS : Tourtia vert	9,00	268,90
Tourtia plus gris	3,25	272,15
« MEULE » : Meule avec 25 cm. de sable noir à la base	21,50	293,65

TERRAIN HOUILLER, atteint, à 293^{m},65.

Remarques. — 1. Le gravier traversé de 10 m. à 12^{m},50 renferme beaucoup de fragments de phtanite.

2. Le Landenien manque ici comme au sondage précédent. Le Montien fait défaut.

3. « La craie de Maestricht est très fossilifère. La *Thecidea papillata* y abonde. Le *silex* traversé de 20 m. à 26 m. est plutôt du calcaire siliceux. Il doit être rapporté à la craie de Maestricht » (note de F.-L. Cornet).

4. Le « Tourtia plus gris » traversé de 268^{m},90 à 272^{m},15 doit probablement être rattaché à la Meule. D'ailleurs, lorsque le Tourtia de Mons repose sur la Meule cénomanienne, la limite entre les deux termes n'est pas toujours nette.

5. « La Meule traversée de 272^{m},15 à 293^{m},65 est un calcaire glauconifère dont certains bancs sont très durs. Lorsqu'on a atteint la meule, l'eau s'est élevée dans le sondage jusqu'à une faible hauteur au-dessus de la surface du sol » (note de F.-L. Cornet).

III. SONDAGE N° 3 DES PRODUITS (1877-1878)

Situé à 340 m. au Sud, un peu Ouest, du précédent, à 560 m. au Nord et à 167 m. à l'Ouest du clocher de Jemappes. L'orifice est voisin de la cote + 27,50.

Le travail a été commencé le 10 juin 1877 et terminé à 399 m., dans le terrain houiller, le 16 mai 1878.

Je donnerai, comme pour le cas précédent, la copie littérale des renseignements que je possède, en indiquant mes déterminations stratigraphiques.

	Epaisseur	*Base à*
Moderne : Argile sableuse	1^{m}00	1^{m}00
Sable gris brun	2,10	3,10
Tourbe	0,80	3,90
Pléistocène : Sable mouvant gris	4,50	8,40
Sable gras, argileux	4,40	12,80
Sables compacts avec fragment de phtanite	1,00	13,80
Gravier	0,60	14,40
Sénonien : Craie blanche	65,60	80,00
Gravier avec marne	1,00	81,00
Craie blanche	23,50	104,50
Turonien :		
Craie de Maisières : Gris des Mineurs	3,50	108,00
Rabots : Rabots	10,00	118,00

	Épaisseur	Base à
FORTES-TOISES : Fortes-Toises	14,00	132,00
DIÈVES : Dièves grises	3,00	135,00
Dièves vertes	2,00	137,00
Dièves bleues	11,00	148,00
TOURTIA DE MONS : Tourtia vert	5,00	153,00
« MEULE » : Meule	21,00	174,00
TERRAIN HOUILLER, atteint à 174 m.		

Remarques. — 1. On remarque la forte épaisseur atteinte par le Pléistocène. On est là dans le thalweg d'érosion de la Haine et à proximité du confluent de la Trouille.

2. Le Landenien fait défaut comme aux deux sondages précédents. Le Maestrichtien ne s'étend pas jusqu'ici.

3. Le « gravier avec marne », épais de 1 m., traversé sous 80 m., pourrait bien être la roche grossière, phosphatée, rencontrée au sondage de 1914 à la base de la Craie de Trivières (entre 258^{m},42 et 259^{m},88).

4. Le Tourtia de Mons étant bien caractérisé et assez épais au sondage de 1914, je n'hésite pas à rapporter à cette assise le terme indiqué comme *tourtia* au sondage n° 3, comme au sondage n° 2.

IV. SONDAGE N° 1 DES PRODUITS (1868)

Situé à 820 m. au Sud-Sud-Ouest du précédent, à 140 m. au Sud et à 540 m. à l'Ouest du clocher de Jemappes. Orifice à la cote + 32 environ.

Ce sondage a traversé :

	Epaisseur	Base à
PLÉISTOCÈNE : Terre végétale et limon	1^{m}00	1^{m}00
Marlette avec limon mélangé	1,50	2,50
SÉNONIEN : Craie blanche	13,50	16,00
Craie grise mélangée de craie blanche ...	0,75	16,75
CRAIE DE MAISIÈRES : Craie très glauconifère	1,25	18,00
RABOTS : Rabots silex	3,25	21,50
FORTES-TOISES : Fortes-Toises avec silex	6,30	27,80
DIÈVES : Terre glaise très bleue	3,20	31,00
Bleu et vert ,........................	1,00	32,00
TERRAIN HOUILLER à 32 m.		

Nous sommes ici en dehors des parties profondes du bassin crétacique.

Remarques. — 1. Je possède une autre coupe du même sondage,

ne différant pas essentiellement de la précédente. Sous le limon de la surface, elle indique 1^{m},50 de « marlette (craie grise avec silex) ». Comme la craie de la région ne renferme pas de silex, il s'agit de silex des Rabots remaniés et cette couche est pléistocène.

2. La couche de 0^{m},75 de « craie grise mélangée de craie blanche » que l'on atteint à 16 m. est peut-être la base de la Craie de Trivières (transgressive par rapport à la Craie de Saint-Vaast); sinon elle doit être rattachée à la Craie de Maisières.

3. Rien n'indique la présence du Tourtia de Mons à ce sondage.

V. PUITS N° 24 DES PRODUITS

Situé à 300 m. au Sud du sondage n° 1, à 450 m. au Sud et à 350 m. à l'Ouest du clocher de Jemappes. Orifice vers la cote 45.

Ce puits aurait traversé :

	Epaisseur	*Base à*
PLÉISTOCÈNE : Terre végétale	0^{m}85	0^{m}85
Marlette (= craie remaniée)	1,40	2,25
? SÉNONIEN : Marne (craie)	1,70	3,95
TURONIEN : Craie de Maisières (Gris des Mineurs)	2,00	5,95
Rabots	7,05	13,00
Fortes-Toises	5,20	18,20
Dièves vertes	1,35	19,55

TERRAIN HOUILLER à 19^{m},55.

Remarque.— La présence de la craie sénonienne n'est pas probable en ce point. La couche de « Marne (craie) » donnée entre 2^{m},25 et 3^{m},95 est probablement de la *craie remaniée* et devrait donc rentrer dans le Pléistocène.

Je ne cite les deux puits suivants, de très peu d'intérêt, que parce qu'ils me permettent de prolonger la coupe fig. 1 jusque sur le dessus de la bosse du Flénu.

VI. PUITS PETIT HORIAU, DU HAUT-FLÉNU

Ce vieux puits, placé vers la cote + 70, aurait atteint le terrain houiller sous 20 m. de morts-terrains. Ceux-ci, en ce point, ne comprennent plus que les Fortes-Toises et les Dièves.

VII. PUITS N° 20 DES PRODUITS

Ce puits, dont l'orifice est à la cote d'environ + 69, a traversé

16 m. de morts-terrains consistant en Fortes-Toises et Dièves.

Nous allons maintenant décrire les sondages qui se trouvent au Nord du sondage des Produits (1914).

VIII. SONDAGE N° 2, OU DE LA QUEUWETTE, DU CHARBONNAGE DU NORD-DU-FLÉNU (1911)

Situé à 2275 m. à l'Ouest et 700 m. au Sud du puits du Charbonnage. Orifice vers la cote + 29.

Ce sondage a été pratiqué au trépan avec injection d'eau (procédé Raky) et par un chef-sondeur étranger. C'est dire qu'il n'a fourni que des renseignements très mauvais et très douteux. Je me bornerai à reproduire la coupe qui m'a été communiquée par le Charbonnage et m'efforcerai ensuite d'y trouver quelques points de repère, en m'appuyant surtout sur la comparaison de cette coupe avec celle du sondage des Produits (1914).

	Epaisseur	*Base à*
1. Tourbe avec un peu de sable	0m30	0m30
2. Tourbe moderne	1,60	1,90
3. Sable gris	0.40	2,30
4. Sable vert argileux	0,50	2,80
5. Sable vert boulant	2,00	4,80
6. Sable gris avec silex	0,50	5,30
7. Sable vert boulant	1,20	6,50
8. Tourbe	10,50	17,00
9. Sable gris	59,00	76,00
10 Craie blanche tendre	53,00	129,00
11. Craie blanche dure	136,20	265,20
12. Grès	7,80	273,00
13. Silex	0,50	273,50
14. Grès	1,25	274,75
15. Silex	0,05	274,80
16. Grès	3,10	277,90
17. Sable	2,00	279,90
18. Conglomérats (Fortes-Toises) (*sic*)	3,20	283,10
19, Argile et grès	10,50	293,60
20. Grès houiller tendre ? (*sic*)	4,05	297,65

Terrain houiller à 297m,65 (?)

Remarques. — Les termes 1 et 2 se comprennent aisément. Le terme 3 serait *pléistocène* ; mais son épaisseur est bien faible ; De 4 à 7 on peut, si le signalement des roches est exact, reconnaître

le *Landenien marin*. Cependant, il se peut que le Pléistocène s'étende jusque 6m,50 ; c'est même probable.

Le terme 8, qualifié *tourbe*, doit être interprété autrement ; il n'y a pas de tourbe à ce niveau dans la vallée de la Haine. Je suis porté à y voir le *lignite* du *Montien supérieur*, traversé de 20 m. à 22m,50 au sondage des Produits (1914). Dans le terme 9 il faut sans doute voir le produit de lavage des calcaires du *Montien inférieur*, et dans le terme 10 le *tuffeau maestrichtien*.

Sous la *craie sénonienne* (11) on trouverait la *Craie de Maisières* (12), puis les *Rabots* (13 à 17) et probablement les *Fortes-Toises* (18).

Les *Dièves* doivent être comprises dans le terme 19, dans lequel rentre peut-être le *Tourtia de Mons* et une partie de la *Meule*.

Le terme 20 est indiqué comme grès houiller. Cependant, la coupe porte que le terrain houiller a été atteint à 297m,65. Le « grès houiller tendre ? » serait donc de la *Meule*. La chose paraît probable.

IX. SONDAGE N° 1, OU DU LONG-CORON, DU CHARBONNAGE DU NORD-DU-FLENU (1911)

Situé à 2275 m. à l'Ouest et sur la même latitude que les puits du Charbonnage.

Orifice vers la cote + 30,50.

Il s'agit aussi d'un sondage « Raky ». Le Charbonnage m'a remis la version suivante de la coupe fournie par le sondeur.

	Epaisseur	*Base à*
1. Terre végétale	0m50	0m50
2. Sable gris ferrugineux	0,55	1,05
3. Sable boulant gris	1,00	2,05
4. Sable vert	0,75	2,80
5. Argile verte	0,50	3,30
6. Craie blanche, tendre, à silex (*Mb*) (*sic*)	1,00	4,30
7. Craie grise à gros grain (*Cp4b*) (*sic*)	33,70	38,00
8. Craie blanche très dure (dans laquelle, de 138m,25 à 143m,25, on a indiqué une couche d'argile blanche, *weisse Ton* (1)	142,00	180,00
9. Grès gris (Meule) (*sic*), à gros grains	12,50	192,50

(1) Ceci nous montre avec quelle circonspection on doit examiner ces *renseignements* (si j'ose dire) fournis par des chefs-sondeurs étrangers.

	Épaisseur	Base à
10. Silex très dur (Rabots)	5,70	198,20
11. Grès gris	0,20	198,40
12. Silex très dur	0,20	198,60
13. Grès gris	0,20	198,80
14. Silex très dur	0,80 (?)	199,60
15 .Grès gris tendre	0,70	200,30
16. Conglomérat	13,50	213,80
17. Argile et grès gris assez dur	9,90	223,70
18. Argile verte (Dièves)	1,50	225,20
19. Grès argileux	1,70	226,90
20. Grès houiller.		

D'après la somme des épaisseurs traversées, on aurait atteint le terrain houiller à 226^{m},90. Cependant, la coupe du Charbonnage porte qu'il a été atteint à 230^{m},05 [1].

Remarque. — Cette coupe est aussi mauvaise que la précédente. On ne peut l'interpréter qu'avec réserve et en *devinant* un peu.

Je classe les termes 1, 2 et 3 dans le *Pléistocène* et les termes 4 et 5 dans le *Landenien marin*. Les termes 6 et 7 semblent comprendre le *Tuffeau danien de Ciply*, surmonté peut-être du *Calcaire de Mons*. Sous la *Craie blanche sénonienne* (8), on reconnaît la *Craie de Maisières* (9), dont l'épaisseur, cependant, paraît fort exagérée. Les *Rabots* sont compris de 10 à 14 et peut-être à 15. Le terme 16 semble correspondre avec *Fortes-Toises*, puis viennent les *Dièves* (17 et 18). Le terme 19 indiquerait le *Tourtia de Mons* ou la *Meule*. La profondeur de 230^{m},05, où la coupe annonce le terrain houiller, laisse aussi une certaine place pour la Meule.

X. ANCIEN SONDAGE

Ce sondage est situé à peu près à 250 m. au Nord et 370 m. à l'Ouest du clocher de Ghlin, à une cote voisine de 37.

La seule indication que j'aie sur ce point est : *Ancien sondage abandonné dans la craie à* 150 *m*. Dans ma coupe fig. 1, j'ai admis, tout en faisant usage du pointillé, que le Turonien eût été atteint vers 160 m.

[1] On voit qu'à ce sondage, comme au précédent, il y a incertitude même sur la profondeur du terrain houiller !

XI. SONDAGE N° 5 DE GHLIN (série ancienne)

Ce sondage, foré en 1877-1878, est situé à 260 m. au Nord et 930 m. à l'Ouest du milieu du viaduc voisin de la gare de Ghlin. L'orifice est à la cote d'environ 54.

Voici la copie littérale d'une liste des terrains traversés, remise en 1878 par M. Van Craenen à F.-L. Cornet. J'y ajoute l'interprétation stratigraphique, qui se fait sans difficulté.

	Epaisseur	*Base à*
Rabots :		
1. Craie grise glauconifère	$2^{m}70$	$2^{m}70$
2. Craie grise avec parties siliceuses	1,30	4,00
3. Marne et silex (rabots)	5,17	9,17
Fortes-Toises :		
4. Marne et parties siliceuses	1,18	10,35
5. Marne un peu sableuse	0.85	11,20
Dièves :		
6. Marne grisâtre	8,54	19,74
7. Marne verdâtre	2,26	22,00
Tourtia de Mons :		
8. Sables verts	0,80	22,80
9. Sables verts et galets roulés	5,58	28,38
Meule :		
10. Sables verts sans galets roulés	2,92	31,30
11. Sables très durs	3,10	34,40
12. Sables très argileux et galets	1,60	36,00
13. Sables et galets	5,66	41,66
14. Sables très coulants	6,14	47,80
15. Sables très coulants et galets	0,80	48,60
16. Sables verts	1,83	50,43
17. Argile noire	1,82	52,25
18. Argile noire sableuse	3,75	56,00
19. Argile noire et galets	0,37	56,30
20. Argile noire ébouleuse	3,07	59,44
21. Calcaire spongieux	0,30	59,74
22. Sables verts durs	2,01	61,75
23. Sables verts durs et galets	0,50	62,25
24. Calcaire spongieux	0,75	63,00
25. Portes-Toises (*sic*)	1,40	64,40
26. Dièves (*sic*)	0,90	65,30
27. Tourtia (*sic*)	2,80	68,10

Le terrain houiller a été atteint à 68^{m},10.

Remarques. — 1. Le terme 1 pourrait être pris pour la Craie de Maisières ; mais la coupe de la tranchée du chemin de fer, voisine du sondage et récemment élargie, montre que ce sont les Rabots, pauvres en silex, qui affleurent en ce point.

2. Les Fortes-Toises paraissent trop minces. Il faut probablement y ajouter une partie du terme 6.

3. Les termes 10 à 24 rappellent beaucoup la « Meule » telle qu'elle se présente dans les puits de reconnaissance du Charbonnage de Baudour, à trois kilomètres à l'Ouest du sondage [1].

4. Les termes 25, 26 et 27, non définis lithologiquement, appartiennent évidemment à la « Meule ». On a employé ces désignations stratigraphiques de *Fortes-Toises, Dièves et Tourtia,* parce qu'on est habitué à rencontrer, à la base des morts-terrains, les assises ainsi nommées.

5. Au hameau de la Verrerie, à 260 m. au nord du milieu du viaduc voisin de la gare de Ghlin et à 940 m. à l'Est du sondage précédent, un puits de recherche de houille a été creusé il y a plus de soixante-dix ans. A. DUMONT en a examiné les déblais le 29 août 1849 et il a donné dans ses notes la liste des terrains traversés, mais sans aucune indication sur les épaisseurs [2]. D'après ses indications, on reconnaît aisément la Craie blanche, la Craie de Maisières, les Rabots, les Fortes-Toises, les Dièves, le Tourtia de Mons et la « Meule ». En dessous des Dièves, on trouve de haut en bas :

a) Une marne très glauconieuse avec cailloux roulés de roches primaires et de nombreux fragments de coquilles (*Exogyres,* dit Dumont) paraissant former une couche mince.

Dans ces *Exogyres,* que Dumont appelle ailleurs *Gryphées* (*loc.cit,* p. 67), nous reconnaissons *Ostrea vesiculosa* ou *Ostrea conica,* ou peut-être les deux espèces, qui se rencontrent dans le Tourtia de Mons. La nature de la roche encaissante corrobore cette indication ; il s'agit bien du Tourtia de Mons.

b) D'après les termes de Dumont : « Meule ou calcaire saccharoïde gris mat, rude au toucher, dur et cohérent, quelquefois friable, renfermant des cailloux pisaires et avellanaires de phtanite, de schistes et autres roches primaires irrégulièrement disséminés ;

[1] J. CORNET : *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVI, 1899, p. 14, et t. XXVIII, 1901, p. B 52.

[2] Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires, t. I, p. 255.

se dissolvant dans les acides et y laissant un dépôt pulvérulent grisâtre et quelques grains. Cette roche ressemble parfaitement à la meule de Blaton ». Ajoutons qu'elle rappelle beaucoup certaines parties de la « Meule » de Baudour de même que celle du sondage des Produits (1914).

Ces indications confirment l'existence de la « Meule » dans les parages de la gare de Ghlin et font comprendre que le sondage nº 5 de Ghlin ait pu en traverser une épaisseur de près de 40 m.

Nous terminons ici la description des sondages compris dans notre coupe nord-sud (fig. 1). Nous avons prolongé la coupe jusqu'à environ 1700 m. au Nord du sondage XI en nous basant sur des observations faites à la surface du sol.

Remarque. — Le sondage X n'a pas atteint le terrain houiller et ne semble pas même être arrivé au Turonien. Il y a donc là une région douteuse dans la coupe. Admettant que le sondage était encore dans la craie sénonienne à 150 m., j'ai dû donner aux contacts sous-jacents les inflexions que l'on voit sur la coupe. Pour les tracer, j'ai supposé que la Craie de Maisières aurait été atteinte à 160 m. Si le sommet du Turonien n'apparaît que plus bas, ces inflexions devront être plus accentuées. Mais si le sondage X, contrairement à l'indication que nous possédons, a pénétré dans le Turonien, chose que l'aspect général de la coupe rend très admissible, ces inflexions doivent disparaître. Dans l'incertitude, je ne les ai tracées qu'en pointillé.

2. Remarques sur la coupe Nord-Sud

I. Cette coupe est une section transversale de la partie profonde du bassin crétacique et tertiaire de Mons ou de la Haine, remplissant la grande vallée d'érosion creusée dans le terrain houiller et que nous appelons *vallée crétacique du Hainaut*. Cette vallée, dont l'existence a été reconnue par Albert Toilliez [1], a été décrite par F.-L. Cornet et A. Briart en 1866 [2] et les documents qu'on possède aujourd'hui nous ont permis de la définir d'une façon

(1) Notice géologique et statistique sur les carrières du Hainaut. *Mém. et Public. de la Soc. des Sciences, etc., du Hainaut*, 2me série, t. V, 1858, p. 11 du tiré à part.

(2) Description minéralogique, paléontologique et géologique du terrain crétacé de la province de Hainaut. *Ibidem*, 3me série, t. I, 1867, p. 6 du tiré à part.

plus précise et même d'en tracer une représentation assez détaillée. Elle n'est aucunement comparable à une vallée fluviale, puisque les courbes de niveau s'y ferment avec deux extrémités, à l'Ouest comme à l'Est. C'est, avons-nous dit ailleurs, une dépression en forme de lingotière et non de gouttière, comparable, au point de vue topographique, à celles qui contiennent les lacs alpins.

II. Dans notre coupe, la vallée crétacique se présente comme fortement encaissée et cet encaissement reste considérable même si l'on tient compte de l'exagération des hauteurs sur le dessin.

Entre les verticales V et VII, la pente du sol primaire est très modérée et, au Sud de VII, elle conserve une allure analogue jusqu'au bord méridional de la partie peu profonde du bassin crétacique, bien au Sud du puits VII.

Au Nord du sondage V, la pente du sol primaire s'accentue, puis se précipite à partir du sondage IV. Entre le sondage IV et le sondage I, distants de 1530 m., la différence de niveau du sol primaire est de près de 317 m., ce qui correspond à une pente de 207 m. environ par kilomètre, soit de 11°48'.

Le versant nord de la vallée crétacique est moins escarpé. Néanmoins, la pente moyenne entre le sondage XI et le sondage I atteint $88^{m},70$ par kilomètre.

Ce n'est guère que dans les pays montagneux que nous trouvons, à l'air libre, des vallées présentant ces proportions.

Si nous cherchons, dans la topographie superficielle du pays, un point de comparaison avec le versant sud de la vallée crétacique tel qu'il se présente dans notre coupe, nous ne parvenons pas à trouver de pente de 207 m. par kilomètre se maintenant sur une distance de 1530 m. en projection horizontale. Le versant escarpé du Mont-Panisel, qui fait face à l'Ouest, vers le village d'Hyon, présente, dans le prolongement du chemin du Moulin-au-Bois, une pente kilométrique atteignant 200 m., mais ne se maintenant que sur une distance horizontale de 300 m. Si ce versant raide du Mont-Panisel se continuait vers le haut sur une distance horizontale de 1530 m., c'est-à-dire jusqu'au-dessus de la route de Mons à Beaumont, au kilomètre 4, il nous donnerait une image approximative du versant sud de la vallée crétacique dans le plan de notre coupe.

Le versant nord de cette vallée ne présente dans notre coupe

qu'une pente *moyenne* de $88^m,70$. Toutefois, si notre coupe est exacte, ce versant se décompose en deux talus beaucoup plus raides, séparés par une pente plus douce, peut-être par un palier, voire par une dépression [1].

Si donc la vallée crétacique du Hainaut pouvait être débarrassée des terrains secondaires et tertiaires qui la remplissent, et que nous fussions placés au point où le sondage I a atteint le terrain houiller, nous nous verrions au fond d'une vallée extraordinairement encaissée, large d'environ 6 kilomètres et profonde de plus de 390 m. Nous serions frappés surtout par la raideur du versant méridional.

III. Lorsqu'on examine notre coupe nord-sud, on est frappé par le parallélisme que présentent les assises crétaciques avec la surface du sol primaire. Ce parallélisme n'est pas absolu ; il est néanmoins remarquable et il se maintient jusqu'à la base du Montien supérieur. Le Landenien, du moins dans le plan de la coupe, *semble* y échapper.

IV. On trouve dans la topographie actuelle des affleurements du terrain houiller présentant des pentes de 207 m. par kilomètre ou de $11^o48'$, et même plus prononcées. Mais ces surfaces inclinées sont toujours, surtout vers la partie inférieure, revêtues d'*éboulis des pentes*, terreux ou caillouteux. Les sondages I, II et III ne semblent pas avoir traversé de tels dépôts de pentes. Le sondage I, en tout cas, est entré directement dans le terrain houiller bien en place et très peu altéré.

V. La coupe qui représente dans notre coupe la section du flanc nord de la vallée est nettement *bombée vers le haut* sauf dans sa partie tout à fait inférieure ; les données qui ont servi à construire cette courbe ne permettent pas de lui donner une autre forme, toutes réserves faites quant aux inflexions qu'elle peut présenter entre les points reconnus par les sondages. Or, cette forme bombée vers le haut n'est pas celle des versants façonnés par l'action de l'eau courante descendant suivant la pente vers un thalweg. Ce

(1) En certains endroits, plus à l'Ouest, le versant nord de la vallée atteint des pentes très fortes, supérieures même à celle qu'offre le versant sud dans le plan de notre coupe. Nous connaissons des pentes de 14°, 17° et jusque $18^o50'$ à Baudour.

n'est pas non plus la forme d'une surface taillée par l'érosion marine.

VI. Les assises crétaciques présentent, surtout sur le flanc sud de la vallée, une très forte inclinaison, qui atteint et dépasse même 15°. Elles dépassent de beaucoup les pentes que l'on observe dans les mers actuelles sur la plate-forme continentale et arrivent à peine à la pente ordinaire du *talus continental* (la pente moyenne du talus continental à l'Ouest de l'Europe est de 13 à 14°). D'autre part, les sédiments crétaciques du bassin de Mons, sont éminemment néritiques et comparables à ceux de la plate-forme continentale actuelle. Ceux de la « Meule » sont même tout à fait littoraux.

Quand on considère le parallélisme des assises signalé plus haut, et qui se continue jusqu'à la base du Montien supérieur, on s'étonne de ne pas voir, dans notre coupe, les assises les plus anciennes s'épaissir dans les parties profondes de la vallée et diminuer graduellement les différences de niveau.

VII. De même, on s'étonne de ne pas rencontrer dans notre coupe les parties les plus anciennes de l'ensemble appelé « Meule », bien que le fond de la vallée y descende à la cote — 316,69, alors qu'on trouve ces assises inférieures (sables et grès à *Inoceramus concentricus*) à la fosse d'Harchies, reposant sur le terrain houiller à la cote — 203 et descendant au moins à — 393,50 sous le village de Pommerœul (sondage Brouette, ou n° 20 de Bernissart).

Sur le flanc nord de la vallée, d'Harchies à Bernissart, on constate une disposition transgressive des diverses assises de la « Meule » sur un sol qui s'élève du Sud au Nord. D'Harchies à Jemappes, il y a aussi une transgression ; mais elle se fait *sur un sol qui descend*, ce qui est anormal.

Tous ces faits nous amènent à nous demander si la forme de la surface de la vallée crétacique et, conséquemment, la disposition des assises crétaciques, n'ont pas été modifiées depuis le remplissage de la vallée ; en d'autres termes, si la disposition *synclinaloïde* du Crétacique et du Montien, au lieu d'être simplement une conséquence de la forme de la surface de sédimentation précré-

tacique, ne serait pas due en partie à des mouvements posthumes du sous-sol primaire ?

Bien que nous ayons autrefois résolu la question par l'affirmative, nous nous bornons aujourd'hui à la poser comme un problème à étudier.

Nous ajouterons deux remarques au sujet de notre coupe nord-sud.

VIII. Le Wealdien ne figure pas dans notre coupe, bien qu'il existe à l'Ouest (région de Baudour) et à l'Est (région de Maisières), où il est appliqué sur la partie supérieure du versant septentrional de la vallée crétacique. Nous ne pouvons pas, toutefois, affirmer qu'il n'existe pas entre nos sondages IX et XI. Les puits du Charbonnage de Ghlin ne l'ont pas traversé ; mais on en a rencontré des roches caractéristiques affaissées dans un puits naturel reconnu dans l'Est des travaux de ce charbonnage.

IX. Nous avons considéré, en faisant usage du pointillé, la « Meule » comme continue entre le fond de la vallée et la région reconnue par le sondage XI et par le puits de la Verrerie, à Ghlin (v. p. 33). Il n'est pas absolument certain qu'il en soit ainsi et qu'il n'y ait pas une interruption entre les sondages IX et XI.

X. Faisons remarquer, pour finir, que la partie la plus profonde de la vallée hydrographique de la Haine est superposée, dans le plan de notre coupe (fig. 1), à la vallée crétacique creusée dans le terrain houiller. Il en est ainsi pour la partie de la vallée de la Haine située à l'Ouest du méridien de Mons. Cette partie de la vallée hydrographique est une vallée synclinale d'un genre spécial, puisque la surface sculpturale détermine une vallée beaucoup moins encaissée que celle qui correspond à la surface structurale primitive.

II. COUPE EST-OUEST

1. — Description des sondages et puits

I. SONDAGE DES PRODUITS (1914)

Ce sondage, dont la coupe est donnée ci-dessus, pages 14 et suivantes, est l'axe d'intersection de nos deux coupes.

Vers l'Ouest, nous rencontrons successivement :

II. PUITS DU SIÈGE DE BAUDOUR (DOUVRAIN) DES CHARBONNAGES DU HAINAUT (CONCESSION DE L'ESPERANCE)

Ces puits, creusés en 1912-1913, sont au nombre de deux. Le puits n° 1 est situé à 5855 m. à l'Ouest et 425 m. au Nord du beffroi de Mons. Le puits n° 2 est à 45 m. plus à l'Ouest.

Les orifices sont à la cote + 26,50.

J'ai publié la coupe du puits n° 1 (1). Je me bornerai ici à en donner le résumé.

	Epaisseur	*Base à*
Moderne et Pléistocène	6m50	6m50
Yprésien (Yc)	8,00	14,50
Landenien marin	48,00	62,50
Sénonien :		
Craie de Trivières (et d'Obourg ?)	83,00	145,50
Craie de Saint-Vaast	28,00	173,50
Turonien :		
Craie de Maisières	3,00	176,50
Rabots	6,00	182,50
Fortes-Toises	7,00	189,50
Dièves	8,50	198,00

Terrain houiller à 198 *m.*

L'examen de la base des Dièves nous a montré que le Tourtia de Mons, cénomanien, fait défaut à ce puits, de même que toute

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XLI, 1914, p. B 97.

trace de « Meule ». On ne trouve en contact avec le terrain houiller qu'un lit mince (15 cm.) de marne remplie de petits cailloux roulés de phtanite et de quartz, sans aucun fossile du Tourtia de Mons.

III. SONDAGE SUR LA CONCESSION DE L'ESPERANCE

Ce sondage, datant de 1859-1860, est situé à 460 m. au Nord et 160 m. à l'Ouest du milieu du pont du Rivage, à Quaregnon, à la cote + 26. J'en possède la coupe suivante :

	Epaisseur	*Base à*
1. Argile et sable	2m00	2m00
2. Tourbe	0,40	2,40
3. Sable passant du vert au gris, avec cailloux roulés, silex et tourbe	6,90	9,30
4. Argile sableuse	2,89	12,19
5. Argile plastique	3,41	15,60
6. Argile	8,37	23,97
7. Grès imprégné de fer sulfuré	0,99	24,96
8. Argile sableuse verte	33,33	58,29

Le sondage s'est arrêté là.

Remarques. — Les termes 1 et 2 sont le terrain moderne et 3 le Pléistocène. Les termes 4, 5 et 6 représentent l'Yprésien (*Yc*). Le terme 8 est le Landenien marin ; j'y rattache le terme 7.

Un autre sondage, tout près du précédent, s'est arrêté à 60 m. dans le sable landenien (1860-1861). Un troisième, creusé en 1857-1859, indiqué comme voisin des précédents et situé vraisemblablement un peu plus au Nord, a atteint la craie à 83 m ; il s'y est arrêté à 150 m.

IV. SONDAGE DES PRES A CHARDONS, DU CHARBONNAGE DU NORD DU RIEU-DU-CŒUR

Situé à 940 m. au Nord et 340 m. à l'Ouest du clocher de Wasmuel. Orifice à la cote + 25.50.

M. Stainier a publié la coupe de ce sondage, foré en 1912 (1). Voici le résumé de sa coupe avec une seule modification :

(1) *Bull. Soc. belge de Géologie*, t. XXVI, 1912, *Proc.-verb.*, p. 226.

	Épaisseur	Base à
Moderne et Pléistocène	8m50	8m50
Yprésien (Ycd.)	20,00	28,50
Landenien marin	29,50	58,00
Sénonien :		
Craie de Spiennes	7,80	65,80
Craies de Nouvelles et d'Obourg	74,20	140,00
Craie de Trivières	69,50	209,50
Craie de Saint-Vaast	29,17	238,67
Turonien :		
Craie de Maisières	4,83	243,50
Rabots	1,80	245,50
Fortes-Toises	9,20	254,30
Dièves	1,00	255,50

Terrain houiller à 255 m. 50.

Remarque. — Je considère comme la base des Dièves turoniennes l'argile glauconifère verte avec cailloux roulés noirs, épaisse de 30 cm., que M. Stainier désigne comme étant le Tourtia de Mons, cénomanien (*Cn*3).

C'est à ce sondage que se termine notre coupe du côté de l'Ouest. Donnons maintenant la coupe du sondage qui en est la limite orientale.

V. SONDAGE DU MARAIS (N° 6) DES CHARBONNAGES DU LEVANT-DU-FLÉNU

Ce sondage (1909) est situé au Nord de Cuesmes, à 180 m. à l'Est de la borne kilométrique 247 du chemin de fer de Paris à Mons. La cote de l'orifice est d'environ + 28,50.

J'ai publié la coupe du sondage du Marais [1] et n'en donnerai ici que le résumé :

	Epaisseur	Base à
Pléistocène et *Moderne*	14m00	14m00
Yprésien (Yc.)	9,00	23,00
Landenien marin	36,00	59,00
Montien inférieur	48,00	107,00
Maestrichtien	7,00	114,00
Sénonien :		
Craie de Ciply	2,00	116,00
Craie de Spiennes	20,00	136,00
Craies de Nouvelles, Obourg, Trivières et Saint-Vaast	145,00	281,00

[1] *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXVII, 1910, p. B 253.

Turonien :	*Epaisseur*	*Base à*
Craie de Maisières	3,00	284,00
Rabots	4,00	288,00
Fortes-Toises	2,00	290,00
Dièves	4,50	294,50

Terrain houiller à 294^{m},50.

Remarques. — 1. Peut-être le terme désigné comme *Montien inférieur* comprend-il du Calcaire de Mons et du Tuffeau de Ciply, danien, considéré longtemps à tort comme rentrant dans le Montien. L'état des échantillons, finement broyés, ne m'a pas permis de distinguer les deux étages.

2. Dans le résumé précédent, j'ai rattaché aux Dièves une marne glauconifère (50 cm.) à petits cailloux roulés de phtanite que j'avais considérée comme le Tourtia de Mons en étudiant la coupe publiée en 1910.

2. Remarques sur la coupe Est-Ouest

I. Afin de faire comprendre la situation de cette coupe dans l'ensemble du bassin, un petit préambule est nécessaire.

Les coupes menées de l'Est à l'Ouest, de la ligne de partage Haine-Piéton jusqu'à l'Escaut, à travers les terrains crétaciques et tertiaires qui remplissent la vallée crétacique, nous montrent que la base du Tertiaire descend de l'Est à l'Ouest, depuis la dite ligne de partage jusque vers la frontière française. Mais cette descente ne se fait pas par une pente continue. A l'Est de Mons, le Tertiaire forme deux paliers successifs. A l'Ouest, il est disposé en trois cuves où l'on voit la base du Landenien descendre de plus en plus bas : la *cuve de Mons*, la *cuve de Saint-Ghislain-Boussu* et la *cuve* d'*Hensies-Pommerœul.*

A l'Est de Mons, nous trouvons, dans une de nos coupes Est-Ouest, la *base du Landenien* à la cote + 145,27 sur le palier supérieur ou oriental (sondage Fays n° 2, sur Anderlues) et, sur le palier inférieur ou occidental, ce même niveau géologique à la cote + 55,40 (sondage dit d'Obourg, 1913-1914).

A l'Ouest de Mons, cette même coupe montre la base du Landenien aux cotes suivantes :

1. *Cuve de Mons:* cote — 46,20 (puits artésien de la cité Hoyaux, à Cuesmes).

2. *Cuve de Saint-Ghislain-Boussu:* cote — 76,50 (sondage des Herbières). La construction de la coupe montre que le Landenien arrive à une cote plus basse un peu à l'Est de ce sondage.

3. *Cuve d'Hensies-Pommerœul:* cote — 126,00 (sondage n° 5 d'Hensies-Pommerœul, 1918). A ce même sondage, la base de l'Yprésien descend jusque — 77,20.

Dans l'Ouest de cette cuve, le Tertiaire se relève rapidement ; l'Yprésien se termine un peu à l'Ouest de la frontière, et le Landenien, réduit à 4 m. d'épaisseur à la fosse St-Pierre de Thivencelles, y a sa base à la cote + 5.

Ajoutons ici que la cuve de Mons renferme du Montien (inférieur et supérieur), du Danien et du Maestrichtien et qu'on y trouve en outre l'assise de Spiennes. Dans la cuve de Saint-Ghislain-Boussu, on rencontre le Montien (inférieur et supérieur), le Maestrichtien et l'assise de Spiennes, tous réduits en épaisseur ; la présence du Danien n'y est pas établie. Enfin, dans la cuve d'Hensies-Pommerœul, on n'a rien trouvé jusqu'ici au-dessus de l'Yprésien, quoique la présence du Panisélien y soit vraisemblable.

La coupe Est-Ouest que nous donnons ici (fig. 2) est un fragment d'une de nos grandes coupes du bassin (1). Nous rappelons que la coupe fig. 2 croise la coupe fig. 1 suivant la verticale du sondage des Produits, 1914, (I dans les deux figures).

II. En examinant notre coupe Est-Ouest, on remarque que la surface du terrain houiller y décrit des ondulations assez accentuées. De telles ondulations se rencontrent dans nos grandes coupes menées de l'extrémité orientale à l'extrémité occidentale du bassin. Elles paraissent souvent coïncider en position avec le passage des anticlinaux et des synclinaux transversaux ou obliques que l'on observe dans la tectonique du bassin houiller (2).

Dans notre coupe fig. 2, la bosse de terrain houiller où atteint le puits II semble correspondre en position à l'*anticlinal des Produits;* la concavité où est situé le sondage IV correspondrait de

(1) Ce qui vient d'être dit à propos des trois cuves tertiaires ne s'applique rigoureusement qu'à la coupe d'ensemble d'où est extraite la figure 2.

(2) A. Renier. Les gisements houillers de la Belgique. Chap. X. *Annales des Mines de Belgique*, t. XX, 1919, pp. 898 et suiv.

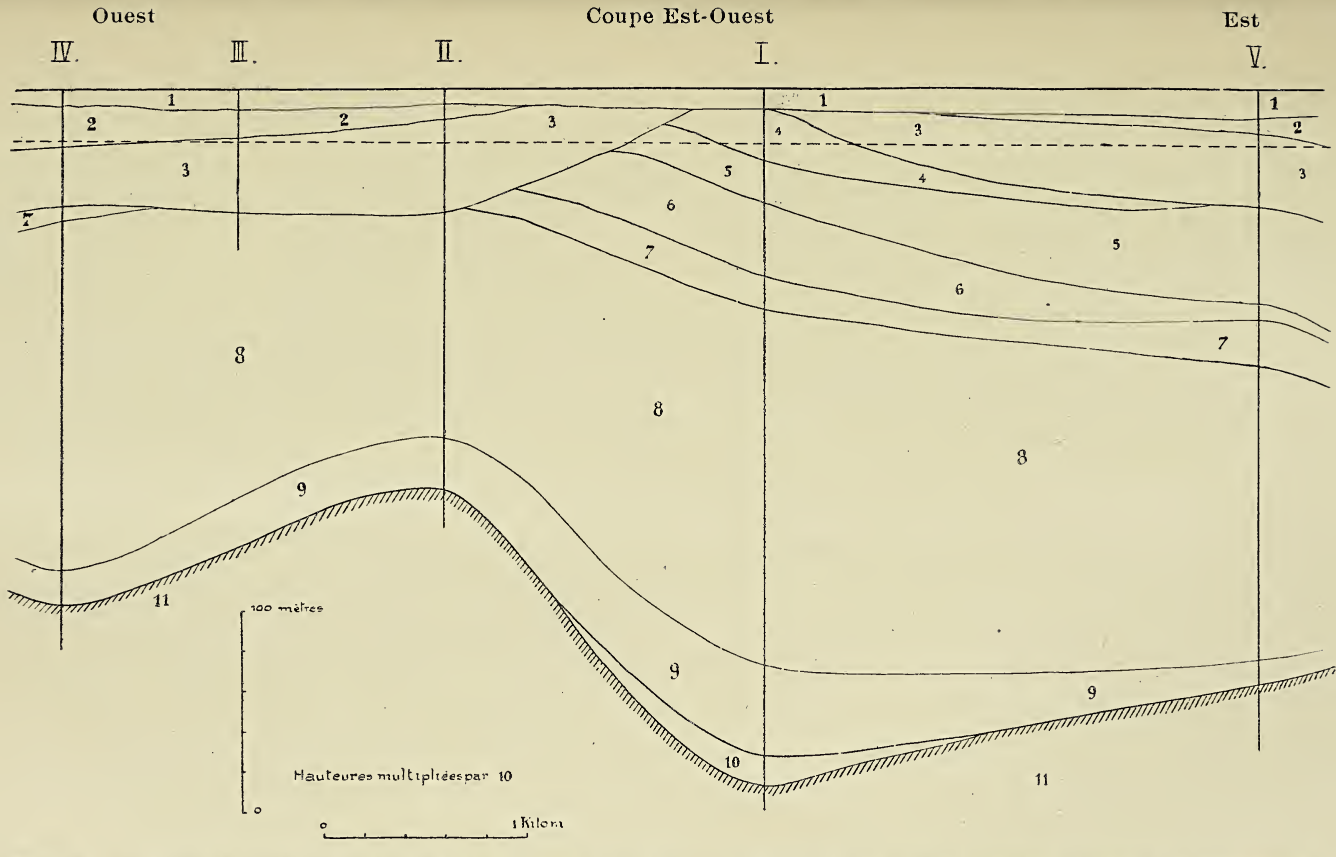


Fig. 2. — Coupe est-ouest passant par le sondage des Produits (1914). Les chiffres romains indiquent les sondages et puits décrits dans le texte.

Légende des terrains : 1, Moderne et Pléistocène ; 2, Yprésien ; 3, Landenien ; 4, Montien supérieur, lacustre ; 5, Montien inférieur (Calcaire de Mons) et Danien (Tuffeau de Ciply) ; 6, Maestrichtien ; 7, Craies de Ciply et de Spiennes ; 8, Craies de Nouvelles, d'Obourg, de Trivières et de Saint-Vaast ; 9, Turonien ; 10, Tourtia de Mons et « Meule » ; 11, terrain houiller.

même au *synclinal de Quaregnon*, dans lequel se présente, au Sud du plan de notre coupe, le petit lambeau maestrichtien de Quaregnon. A l'Ouest du sondage IV, s'amorce un relèvement menant à une bosse qui paraît correspondre en position à l'*anticlinal de Wasmes* et qui est nettement accusé dans nos coupes d'ensemble.

III. L'avancée de la « Meule » vers le Sud qui se constate sur la coupe nord-sud jusqu'à un point très élevé du flanc sud de la vallée crétacique, se fait par une dépression, sorte de vallée en pente raide, qui se trouve à l'Est de la bosse du puits II dans la coupe Est-Ouest.

IV. Les rapports de la cuve de Mons avec celle de St-Ghislain-Boussu sont visibles sur la coupe Est-Ouest ; le sondage I traverse le Montien, le Maestrichtien et l'assise de Spiennes de la cuve de Mons; le puits II traverse l'Yprésien et le Landenien, transgressif, de la cuve de St-Ghislain-Boussu. On voit donc que la bosse houillère coïncide approximativement avec la limite des deux cuves.

V. Le Landenien, le Montien, le Maestrichtien et l'assise de Spiennes ne sont pas continus d'une cuve à l'autre dans la section de la coupe Est-Ouest. Comme cette coupe passe, ou peu s'en faut, par la ligne où les assises atteignent la plus grande profondeur dans leur incurvation synclinale, il n'est pas probable que la continuité des assises susdites se présente au Nord de notre coupe.

VI. Les rapports du Landenien de la cuve de St-Ghislain-Boussu avec les assises de la cuve de Mons qui vont du Montien à l'assise de Spiennes, sont fort intéressants. Il est manifeste que le Landenien repose là sur une *surface de dénudation* post-montienne et pré-landenienne.

Le Landenien marin, au puits II et aux sondages III et IV, ne présente pas sa partie inférieure, comprenant des sables marneux glauconifères surmontant des sables non marneux glauconifères, qui existent plus à l'Ouest dans les parties profondes de la cuve de St-Ghislain-Boussu (1). Le Landenien du bord oriental

(1) J. CORNET : *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XLI, 1914, p. B 130 et t. XLII, 1919, p. B 70.

de cette cuve est donc transgressif dans cette cuve, dans le sens Ouest-Est, comme nous avons montré ailleurs qu'il l'est de l'axe bassin vers les bords.

Nous en concluons de nouveau que la mer landenienne, entrant dans le bassin de Mons, y a trouvé une surface fort accidentée, disposée en *vallée* dans les coupes Nord-Sud, et nous ajoutons : fortement bosselée dans les coupes Est-Ouest. Notre coupe montre que ce bossellement Est-Ouest était, en partie du moins, l'œuvre de la dénudation continentale post-montienne. Elle montre aussi que l'individualisation des *cuves*, de même que l'incurvation synclinale, ou du moins *synclinaloïde*, des couches crétaciques et montiennes dans la coupe Nord-Sud, est antérieure à la transgression landenienne.

VII. Quand on recherche l'origine de la disposition si spéciale des assises crétaciques et tertiaires du bassin de Mons, on comprend bientôt que cette disposition a des causes multiples.

La forme de la surface de sédimentation primitive, c'est-à-dire la topographie du sol primaire, a joué le rôle principal. Les terrains crétaciques et tertiaires sont venus successivement se superposer les uns aux autres dans la vallée creusée dans le terrain houiller, sans jamais parvenir à l'effacer complètement, puisque, comme nous l'avons montré plus haut, la surface topographique actuelle de la vallée de la Haine à l'Ouest de Mons est un écho atténué de la forme de la surface primaire sous-jacente.

Les érosions continentales post-crétaciques, post-montiennes et les érosions de la période continentale landenienne n'ont pas joué un rôle négligeable en façonnant la surface de sédimentation des terrains plus récents.

Il y faut probablement ajouter des mouvements posthumes du sous-sol primaire, dont l'importance est encore à déterminer.

Septembre 1920.

Études sur la structure du bassin crétacique du Hainaut I. Région entre Jemappes et Ghlin, par J. Cornet.

Rapport de M. P. Fourmarier, *1er rapporteur*

Dans ce travail, notre confrère décrit avec le plus grand soin la série des morts-terrains traversés par le sondage exécuté pendant le début de l'année 1914 par les Charbonnages des Produits entre Jemappes et Ghlin ; il y ajoute des renseignements sur les terrains crétacés et tertiaires recoupés par quelques sondages voisins.

Ces documents ont permis à l'auteur de tracer deux coupes passant par le sondage des Produits (1914), l'une orientée de l'Ouest à l'Est, l'autre du Sud au Nord. L'examen de l'allure des couches dans ces deux coupes l'amène à des considérations intéressantes sur l'origine de la cuvette crétacique et tertiaire du Hainaut.

Notre savant confrère se demande si la forme de la surface de cette sorte de vallée et conséquemment la disposition des assises crétaciques n'ont pas été modifiées depuis le remplissage de la vallée, en d'autres termes, si la disposition synclinaloïde du Crétacique et du Montien, au lieu d'être simplement une conséquence de la forme de la surface des sédimentations précrétaciques ne serait pas due en partie à des mouvements posthumes du sous-sol primaire.

Il avait autrefois répondu par l'affirmative à cette question ; dans le présent travail, il semble hésiter et pose le problème sans le résoudre. Cependant, à la fin de son travail, après examen de la coupe Est-Ouest, il s'engage davantage ; il reconnaît à la disposition actuelle des terrains des causes multiples et ajoute :

« La forme de la surface de sédimentation primitive, c'est-à-
» dire la topographie du sol primaire, a joué le rôle principal.
» Les terrains crétaciques et tertiaires sont venus successivement
» se superposer les uns aux autres dans la vallée creusée dans le
» terrain houiller sans jamais parvenir à l'effacer complètement

» puisque, comme nous l'avons montré plus haut, la surface » topographique actuelle de la vallée de la Haine à l'Ouest de » Mons est un écho atténué de la forme de la surface primaire » sous-jacente.

» Les érosions continentales postcrétaciques, postmontiennes et » les érosions de la période continentale landénienne n'ont pas joué » un rôle négligeable en façonnant la surface de sédimentation » des terrains plus récents. Il y faut probablement ajouter des » mouvements posthumes du sous-sol primaire dont l'importance » est encore à déterminer ».

Pour ma part, je crois que les influences tectoniques ont été prépondérantes pour donner à la dépression crétacique et tertiaire du Hainaut sa disposition actuelle, sans nier évidemment l'influence d'autres causes. Il ne m'est évidemment pas possible d'en exposer ici toutes les raisons, d'autant plus que le travail de M. Cornet, essentiellement documentaire, ne se rapporte qu'à une partie de la cuvette.

Cette observation n'enlève évidemment rien à la valeur de son travail. La question, comme le déclare l'auteur, reste à étudier et nous devons remercier M. Cornet, de livrer aux géologues des renseignements précieux.

Je propose donc bien volontiers l'impression de son travail dans les mémoires de la *Société Géologique de Belgique.*

Liége, le 1er décembre 1920.

P. Fourmarier.

Rapport de M. Max Lohest, *2e rapporteur*

Les documents des sondages, si judicieusement analysés par notre confrère Cornet, sont de nature à préciser nos idées au sujet d'une hypothèse géologique, à mon avis, infiniment probable que les plissements de l'écorce terrestre ne se sont pas limités à une époque déterminée de l'histoire du globe, mais n'ont jamais cessé de s'accentuer à travers toute la série des âges.

Je propose bien volontiers l'insertion dans nos *Annales* d'un mémoire de cette importance.

Max Lohest.

Rapport de M. de Dorlodot, *3e rapporteur*

J'ai lu avec grand intérêt le travail de M. J. Cornet, intitulé : *Etude sur la structure du bassin crétacique du Hainaut.* I. *Région de Jemappes et Ghlin.* Je ne puis que me rallier à l'avis des deux premiers rapporteurs pour proposer l'insertion de ce mémoire dans nos *Annales*, avec les planches qui l'accompagnent.

J'ai peine à croire que l'auteur doute réellement de l'existence de mouvements posthumes du sous-sol primaire. Se borner, *au début d'un travail* de longue haleine à « poser une question comme un problème à étudier », n'implique pas nécessairement l'existence d'un doute dans l'esprit de l'auteur. Elle peut indiquer simplement le souci de n'énoncer la solution du problème que lorsque le lecteur sera en possession de tous les faits qui permettent de légitimer pleinement cette solution ; et cette méthode d'exposition semble sage, surtout lorsqu'il s'agit, comme c'est le cas ici, de dégager l'influence d'un facteur sur un état de choses qui résulte de l'influence de facteurs multiples.

J'aurais une autre observation à présenter. L'auteur nous dit, vers la fin de cette première partie, que « les terrains crétaciques et tertiaires sont venus successivement se superposer les uns aux autres dans la vallée creusée dans le terrain houiller, sans jamais parvenir à l'effacer complètement ». Je ne sais si l'auteur prétend affirmer par là qu'*à aucun moment* la vallée n'a été complètement comblée. S'il en était ainsi, la raison qu'il donne ne me paraîtrait pas démonstrative ; car la récidive du mouvement synclinal, se produisant après le comblement complet, rend suffisamment compte du fait invoqué. Et je ne crois pas me tromper en disant que l'auteur nous a fourni, notamment dans ses beaux travaux sur l'origine des vallées de la région, de bonnes raisons de croire qu'à certains moments, le comblement a été complet.

H. de Dorlodot.

Contribution à la Paléophytologie du Wealdien
Conifère nouveau du Wealdien Belge
Smeystersia minuta (nov. gen. ; Sew. sp.)

PAR

CHARLES FRAIPONT

Docteur spécial en paléontologie, professeur à l'Université de Liége

(Planche I)

Notre savant maître le professeur A. Gilkinet m'avait conseillé depuis longtemps déjà d'étudier un épi recueilli dans un *puits naturel* du terrain houiller.

Cet intéressant fossile provient du puits naturel C des Charbonnages de Courcelles (bassin de Charleroi) où il a été découvert par J. Smeysters (1).

A première vue, le professeur Gilkinet avait pensé avoir sous les yeux une fructification d'*Equisetum.*

Avec ce fossile, l'argile noire ligniteuse et l'argile grise renfermaient des végétaux nettement wealdiens tels l'Equisetum (Lyelli ?) Mart. et de nombreux bois lignitifiés, de conifères pour la plupart.

Un fossile identique à celui qui nous occupe et provenant du même niveau géologique à Bernissart, a été étudié par Seward dans sa flore wealdienne de Bernissart publiée dans les mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Bruxelles. Ce savant l'appela *Conites minuta,* il lui semblait que les écailles rappelaient plutôt celles d'une fleur *femelle* de conifère que des sporophyles d'Equisetum.

D'autre part, Kidston avait décrit et figuré (2) un cône d'*Equi-*

(1) J. SMEYSTERS : Notice sur quelques puits naturels du terrain houiller de Charleroi. In *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XXXI, p. M 237, 1904.

(2) R. KIDSTON : On the occurence of the genus Equisetum (E. Hemingwayi, kidst.). In the *Yorkshire coal-measures* in *Ann. and Magazine of natural history,* vol. IX, sixth series. London, 1892.

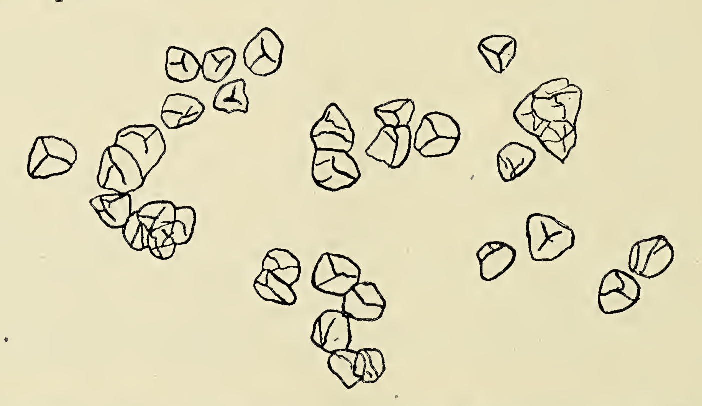
setum ressemblant beaucoup à notre échantillon dans les coal-measures du Yorkshire.

Nous n'aurions pas hésité, malgré que nous n'ayons pu reconnaître dans notre échantillon des sacs sporifères, à le considérer avec M. Gilkinet comme devant être rangé parmi les *equisetum*, si nous n'avions eu la bonne fortune de reconnaître du pollen sous les écailles de l'épi et des ponctuations aréolées dans les trachéides des tigelles, ce qui range indiscutablement notre fossile parmi les conifères dont il représente un *châton mâle*.

J'avais d'abord tenté d'examiner en lames minces des tigelles ou des écailles englobées dans du baume de Canada, mais en raison de la carbonisation trop avancée du fossile, je n'ai pu obtenir la transparence nécessaire.

Le professeur Gilkinet avait essayé de se rendre compte de la nature des bois des tigelles en les calcinant totalement; ce procédé, sans lui permettre d'être tout à fait affirmatif lui avait cependant laissé soupçonner l'existence de trachéides à ponctuations aréolées.

J'ai enfin réussi à rendre transparents des fragments de tigelles et d'écailles en les attaquant à l'acide nitrique dilué et chaud jusqu'au moment où ils prennent une teinte brunâtre ; alors en les écrasant sur un porte-objet et en les traitant après lavage à l'hydrate de chloral, j'ai pu d'abord reconnaître nettement des grains de pollen.



Ces grains (fig. 1) que j'ai dessinés à la chambre claire, sont séparés les uns des autres par altération, mais on peut se rendre compte qu'ils étaient réunis par quatre ; on voit en effet nettement, sur la plupart d'entre eux, un pointement tétraédrique.

Le diamètre maximum de ces grains de pollen me paraît varier de 25 à 40 microns. J'ai pu reconnaître dans les fragments de tigelles de l'épi, des trachéides à ponctuations aréolées qui sont comme on sait caractéristiques des conifères, sans qu'il m'ait été possible pependant d'en déterminer la famille. (La figure dessinée à la chambre claire pour montrer ces ponctuations a été détruite par les Allemands).

Le fossile dont il s'agit est donc indiscutablement un châton mâle de conifère dont la position systématique reste douteuse.

Nous pouvons constater cependant que les grains de pollen ne présentent pas les vésicules aérifères qui se rencontrent chez beaucoup d'abiétacées.

La fructification rappelle assez bien certains *Brachyphyllum* (Sap.). Les épis sont petits à écailles pollinifères hexagonales ombiliquées au centre. Ces écailles nous paraissent disposées le long des tigelles en spirale très condensée ou verticile comme cela se présente souvent pour les organes analogues, quoique à première vue on aurait pu croire les écailles disposées en ordre distique.

Le diamètre moyen des écailles pollinifères est de 3 millimètres environ.

Comme il faut bien donner un nom à ce fossile malgré sa posision systématique douteuse dans la classe des conifères, je lui laisserai le nom spécifique que lui avait donné Seward et je lui donnerai comme nom générique celui de notre regretté confrère Smeysters qui l'a découvert.

Ce nouveau conifère wealdien s'appellera donc *Smeystersia minuta* (nov. genus. Sew. sp).

Université de Liége.
Laboratoire de Paléontologie, 1914.

Note ajoutée en 1920. — Une seconde figure du texte reproduisant les ponctuations aréolées de la tige a été enlevée à l'Université par les pillards Allemands lors de l'invasion d'août 1914.

L'échantillon original et les clichés ont aussi été enlevés ou détruits ; j'ai pu reconstituer ce travail à l'aide d'un brouillon de manuscrit et d'épreuves photographiques assez défectueuses ; je crois cepedant intéressant de la publier tel quel car ce fossile, considéré par Seward comme *Conites*, puis par Gilkinet et moi-même comme *Equisetum*, a été rapporté en 1910 par mon savant

collègue le professeur Ch. Bommer à une *Weichselia* [1] Nathorst avait déjà considéré cet épi comme une fructification de *Weichselia* (voir Bommer, loc. cit).

Ma note n'enlève rien à l'intéressant travail de mon sympathique collègue de Bruxelles, sauf l'attribution de ces petits épis aux tiges qu'il a étudiées. Le vandalisme des Allemands m'enlève la possibilité d'examiner à nouveau des fragments des tigelles portant les boucliers afin de démontrer l'existence des ponctuations aréolées qui éloigneront ce fossile aussi bien des fougères que des *Equisetacées* ; je laisse à M. le professeur Bommer le soin d'examiner la chose sur les échantillons qu'il a peut-être encore à sa disposition.

Mai 1920. Charles Fraipont.

---

(1) Ch. Bommer : Contribution à l'étude du genre Weichselia. *Bull. Soc. royale de Botanique de Belgique*, t. XLVII, fasc. 3, 1910, pl.-fig. 1 et 4.

Contribution à la Paléophytologie du Wealdien. Conifère nouveau du Wealdien belge « Smeystersia minuta » (nov. gen.; Sew. sp.). par Charles Fraipont.

Rapport de M. Alf. GILKINET, *1er rapporteur.*

J'ai eu l'occasion d'examiner les préparations de M. Fraipont et me rallie à la suite de cet examen, aux conclusions de son travail.

Alf. GILKINET.

Rapport de M. Max. LOHEST, *2e rapporteur.*

Je me rallie aux conclusions précédentes.

Max LOHEST.

Rapport de P. FOURMARIER, *3e rapporteur.*

Je me rallie aux conclusions du premier rapporteur.

P. FOURMARIER.

Etude de la circulation de l'eau dans les filtres artificiels ou naturels et dans les terrains meubles

PAR

P. QUESTIENNE

(Planches II à IV).

PREMIÈRE PARTIE

CIRCULATION DE L'EAU A TRAVERS LES FILTRES

Considérons un sable théorique formé exclusivement de grains sphériques d'égal rayon r. La disposition de ces petites sphères qui les rapproche le plus et par conséquent laisse le moins de vides est celle où leurs centres occupent les sommets d'un tétraèdre régulier dont la longueur d'arête est $2\ r$. Les figures 1, 2, 3. et 4, (1) représentent, en projections et en coupes, cette disposition

I. — Filtres verticaux prismatiques.

Supposons qu'on forme, au moyen de ce sable, un filtre vertical prismatique. Si l'on calcule le volume relatif des vides, on trouve qu'il représente 22,04 % du volume total. On en déduit qu'en moyenne, dans une section transversale, la section des vides est 22.04 % de la section totale, mais sur la distance comprise entre les centres de deux couches de sphères ,superposées cette section varie considérablement.

Dans le plan qui passe par les centres, on trouve qu'elle n'est que 9.31 % de la section totale, et qu'il en est de même à mi-distance des centres (voir annexe n° 1), tandis que dans les sections correspondant aux plans tangents aux sphères elle atteint 45.72 %. (La moyenne arithmétique, 27.515 %, entre 9.31 et

(1) Les figures relatives à ce travail ont été réunies dans les 3 planches annexées.

45.72, est supérieure à la section moyenne déduite du volume des vides).

Si l'on considère une molécule liquide qui traverse le filtre, on constate que sa trajectoire affecte la forme d'une sinusoïde à double courbure et que, à raison des changements de la section, sa vitesse, en même temps qu'elle change constamment de direction, varie continuellement en grandeur. On peut en déduire que la puissance vive se détruit au fur et à mesure qu'elle est créée, et cela explique pourquoi, comme l'expérience le démontre, le débit d'un filtre homogène est proportionnel à la charge unitaire, c'est-à-dire au quotient de la hauteur H d'eau sur la section de sortie, divisée par la hauteur L du filtre.

Si l'on désigne par μ le débit, pendant l'unité de temps, de l'unité de surface d'un filtre vertical lorsque H = L, on a la relation :

$$q = \mu \frac{H}{L}$$

qui donne le débit q quand H est plus grand que L. (Dans un filtre vertical, H ne peut être plus petit que L).

Posons $H = L + h$, il vient :

$$q = \mu \frac{H}{L} = \mu \frac{L + h}{L} = \mu\left(1 + \frac{h}{L}\right)$$

Cette relation n'existe que si la température d'expérience reste la même, sinon il faut y ajouter un terme correctif et écrire, t étant la température exprimée en degrés centigrades, et μ la vitesse d'infiltration à la température de 10° C. :

$$q = \mu \frac{H}{L} (0.7 + 0.03\, t).$$

La valeur de μ diffère pour chaque grosseur de grain de sable. Si l'on représente par d le diamètre conventionnel du sable, mesuré en millimètres, déterminé suivant la règle proposée par Allen Hazen (voir annexe n° 2), la valeur de μ, par 24 heures, est assez approximativement 1000 d^2, d'où, pour q en mètres cubes par 24 heures (l'unité de longueur étant le mètre et l'unité de section le mètre carré) :

$$q = 1000\, d^2 \frac{H}{L} (0.7 + 0.03\, t).$$

Le débit ainsi calculé représente donc la hauteur d'eau qui traverse la filtre en 24 heures (de même que le débit en mètres cubes par mètre carré et par 24 heures).

Pour les filtres verticaux, nous réservons le nom de *filtration* pour le cas où le liquide occupe une certaine hauteur, si faible soit-elle, au-dessus du filtre, dans lequel elle pénètre donc en charge. Le terme *infiltration* se rapportera à la descente verticale, sous l'action de la gravité, de l'eau qui a pénétré dans un filtre ou un sol filtrant.

Pressions. — Examinons comment s'établissent les pressions dans les différentes sections.

Supposons que le niveau de l'eau soit maintenu à une hauteur h (fig. 5) au-dessus du filtre d'épaisseur L et posons $h + L = H$. Si le filtre était bouché à sa partie inférieure, l'eau y resterait immobile et les pressions en chaque point se mesureraient, en colonne d'eau, par la distance verticale $h + x$ de ce point à la surface, augmentée de la hauteur h_a qui représente la pression atmosphérique du moment. Si le liquide reste immobile, c'est que, dans deux directions opposées quelconques, la contre-pression en un point est égale à la pression.

Si l'on appelle *charge* la partie de la pression mesurée par la hauteur d'eau au-dessus d'une section horizontale quelconque, on voit que la ligne des charges que l'on obtient en portant horizontalement, en ordonnées, à partir d'une verticale servant de ligne d'abscisses, les valeurs de la charge au droit des différentes sections, est une droite OH faisant un angle de 45° avec la ligne d'abscisses.

Si l'on débouche le filtre, la contre-pression de la paroi qui le bouchait disparaît, et il ne reste que la pression atmosphérique, que nous supposons s'équilibrer avec celle qui s'exerce sur la surface de l'eau, vu la très faible différence d'altitude. La charge motrice absorbée par les résistances au mouvement de l'eau dans le filtre, lorsqu'il est devenu permanent, est donc H. Une partie sert à créer la vitesse. Entre deux sections successives, la trajectoire des filets liquides passe par des directions perpendiculaires, il en résulte que la vitesse doit à chaque instant se reconstituer au moyen d'une même fraction de la charge ; l'autre partie de celle-ci est absorbée par les résistances, qui sont aussi constantes,

puisque le sable est supposé homogène : c'est pourquoi la vitesse reste constante et proportionnelle à $\frac{H}{L}$.

Dans les cas que nous aurons à considérer en pratique, la surcharge h, lorsqu'elle existe, est relativement peu importante ; la vitesse de pénétration dans le filtre est faible ; par suite, la partie de h qui sert à créer cette vitesse, de même que la résistance des parois sur la hauteur h, sont négligeables : c'est pourquoi on a pu écrire :

$$q = \mu \frac{H}{L} = \mu \left(1 + \frac{h}{L}\right),$$

ce qui implique que le passage de la charge h sur la section d'entrée du filtre, à la charge nulle à la sortie, se produit par un décroissement uniforme. Si $-dp$ est le décroissement de la pression pour un accroissement de profondeur dx, on a donc :

$$-\frac{dp}{dx} = \frac{h}{L} \quad \text{ou} \quad \frac{dp}{dx} = -\frac{h}{L}$$

$$dp = -\frac{h}{L}\, dx.$$

D'où, par intégration : $p = -\frac{h}{L} x + C^{te}$.

Pour $x = o$ $p_o = h = C^{te}$. Par suite : $p = h - \frac{h}{L} x$

qui, pour $x = L$, donne $p = h - h = o$. [1]

[1] Remarque. — Si l'on prend pour origine des abscisses la section de sortie, dp sera positif et l'on aura $\frac{dp}{dx} = \frac{h}{L}$; $p = \frac{h}{L} x + C^{te}$; comme alors pour $x = o$, $p = o$, la constante est nulle et l'on a $p = \frac{h}{L} x$ qui, pour $x = L$, donne $p = h$.

Si $h = o, p = o, \frac{dp}{dx} = o$, c'est le cas de l'infiltration, la pression atmosphérique seule règne partout, les molécules liquides descendent sous leur seul poids, indépendamment l'une de l'autre.

Nous avons vu qu'entre la vitesse de filtration et celle d'infiltration existe la relation: $q = \mu \left(1 \times \frac{h}{L}\right)$. Nous venons de voir que, dans le filtre prismatique, on a $\frac{h}{L} = \frac{dp}{dx}$, on peut donc écrire : $q = \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right)$.

Cette relation peut se vérifier expérimentalement au moyen de dispositifs comprenant un tube manométrique pénétrant dans le sable.

En portant en ordonnées les valeurs de p, on obtient la ligne des charges dynamiques tracée sur le dessin (fig. 5).

Quoique nous ayons dit que la charge d'eau nécessaire pour créer la vitesse de pénétration dans les filtres et la perte de charge dans le parcours h peuvent être considérées comme négligeables dans les cas ordinaires de la pratique, nous représentons la charge qu'elles consomment dans la figure 5, en exagérant sa grandeur parce qu'il est utile de se rappeler que toute création de vitesse absorbe une charge.

La figure 6 se rapporte au cas où $h = o$.

Vitesses réelles des molécules d'eau. — Pour atteindre une vitesse de filtration q en traversant les vides d'un filtre pour lequel le rapport des vides à la section totale n'est, en certaines sections, que 9,3/100, il faut que, dans le sens vertical, la vitesse des filets devienne au moins égale à 100/9.3 q, ou environ 11 q. Si l'on tient compte du développement du trajet contourné que suit la molécule, on reconnaît que les vitesses effectives sont encore notablement plus grandes (environ 20 q).

Cependant cette vitesse est si faible qu'on peut la négliger dans les calculs. (Pour le sable de Rocour qui a été utilisé par Spring dans ses expériences, μ n'atteint que 5 m. 34 pour 24 heures, soit environ 0 m. 00062 par seconde. Si la vitesse v est vingt fois plus grande, soit 0 m. 0124, la charge $\frac{v^2}{2g}$, nécessaire pour créer cette vitesse n'est que $\frac{0.0124^2}{9.81}$ = 0 m. 0000157, tout à fait négligeable).

De ce qui précède résulte que, pratiquement, la vitesse d'*infiltration* peut être considérée comme égale à la vitesse de filtration dans un filtre vertical lorsque le rapport $\frac{H}{L}$ de la charge à l'épaisseur est égal à l'unité.

Cas où la contre-pression dans la section de sortie est supérieure à la pression atmosphérique. — Cette circonstance peut se réaliser par une contre-charge d'eau, comme le montre la fig. A.

La vitesse de filtration est donnée par la formule :

$$v = \mu\left(1 + \frac{h - h'}{L}\right) = \mu\left(\frac{L + h - h'}{L}\right) = \mu\,\frac{z}{L}.$$

si $h' = o$, $v = \mu\,\frac{L + h}{L}$; si $h' < h$, $v > \mu$; si $h' = h$, $v = \mu$;

si $h' < h$, $v < \mu$ $(v = \mu\,(1 - \frac{h' - h}{L}))$; si $h' = L + h$, $v = o$: (les vases communicants sont en équilibre).

On voit donc que le maintien d'une hauteur h' de contre-charge sur la section de sortie permet de diminuer la vitesse de filtration d'autant plus que sa grandeur augmente relativement à h. Si elle dépasse h, la vitesse de filtration est inférieure à la vitesse d'infiltration.

Charges à différents niveaux. — Si l'on fait abstraction des pertes de charge dues à la création des vitesses d'écoulement de l'eau sur les longueurs h et h', les lignes de charges statiques (quand le filtre est bouché à sa partie inférieure) et dynamiques s'établissent comme elles sont représentées sur les fig. B C D, sur lesquelles nous croyons inutile d'insister, non plus que sur les formules du débit correspondantes.

Cas où la contre-pression, dans la section de sortie, est inférieure à la pression atmosphérique. — On le réalisera, par exemple, en logeant le filtre dans la partie supérieure d'un tube prismatique, plongeant plus ou moins profondément dans un vase rempli d'eau afin d'empêcher des rentrées d'air et de tenir le tube plein d'eau. La fig. E représente schématiquement ce filtre et la fig. F donne la représentation graphique des lignes de charge : 1° dans le cas où le filtre est fermé au droit de la section de sortie (état statique, lignes de charges en traits pleins) ; 2° quand le filtre fonctionne : ligne de charges dynamiques figurée en traits interrompus. (On suppose toujours négligeables les pertes de charge relatives au mouvement de l'eau en dehors du filtre.

v est donné par la formule : $v = \mu\,\frac{Z}{L} = \mu\,\frac{h + L + D - h'}{L}$.

La valeur maximum de $D - h$ est la hauteur barométrique du

lieu d'expérience, mesurée en colonne d'eau, car la contre-pression dans la section de sortie est alors nulle et ne peut plus diminuer.

Si $h' = D$, $v = \mu\left(1 + \frac{h}{L}\right)$; si $h' = h + D$, $v = \mu$; etc.

Cas où le mouvement de l'eau dans le filtre est dirigé de bas en haut. — Il se réalise dans le dispositif de la fig. G, qui comporte un siphon, et auquel correspond l'épure de lignes de charges statiques et dynamiques de la fig. H, sur la quelle les lignes de charges statiques qui se réalisent quand le siphon est obturé au droit de la section de sortie sont tracées en traits pleins, tandis que la modification d'une de ces lignes des charges qui se produit quand le mouvement est établi est tracée en trait discontinu.

v se calculera par la formule :

$$v = \mu \frac{z}{L} = \mu \frac{h + S - h'}{L} = \frac{h - L + D - h'}{L}.$$

Le maximum de $D - h'$ est encore déterminé par la hauteur barométrique. Nous croyons inutile d'insister sur la discussion de la formule.

Filtre prismatique ayant la forme d'un siphon renversé dans lequel le sable occupe la partie courbe et une certaine hauteur dans chaque branche. — Ici, les vitesses ne sont plus égales. Nous supposerons, pour simplifier, que les sections transversales du filtre sont rectangulaires et que la dimension perpendiculaire au plan de la figure est égale à l'unité.

Les lignes des charges, pour le filet liquide qui longe la paroi intérieure, sont représentées sur la fig. K, et pour le filet extérieur par la fig. L.

Pour le premier, la vitesse est donnée par :

$$v_i = \mu \frac{z}{L_i} = \mu \frac{h + D - A - h'}{L_i}$$

et, comme $L_i = D + A$, $v_i = \mu \frac{h + D - A - h'}{D + A}$.

Pour le second, la vitesse se calculerait par :

$$v_e = \mu \frac{z}{L_e} = \mu \frac{h + D - A - h'}{D + \pi R + A}$$

Pour un point intermédiaire, situé à la distance r de la paroi commune, $v_r = \mu \frac{z}{L_r} = \mu \frac{h + D - A - h'}{D + \pi r + A}$.

Pour obtenir le débit Q, on écrira d'abord que la valeur du débit élémentaire dq à la distance r est donnée par

$$dq = v_r \times dr = \mu \frac{h + D - A - h'}{D + \pi r + A} \times dr;$$

d'où

$$Q = \mu (h + D - A - h') \frac{1}{\pi} \int_0^R \frac{dr}{\frac{D + A}{\pi} + r}$$

et l'intégration donne :

$$Q = \mu (h + D - A - h') \frac{1}{\pi} lg_\varepsilon \left(\frac{D + A}{\pi} + R\right)$$

Application. — Supposons $z = H + D - A - h' = 1$; $D + A = 3$; $R = 1$. On aura : $v_i = \frac{\mu}{3}$; $v_e = \frac{\mu}{6.14}$; moyenne $v_m = \frac{9.14}{36.84} \mu$ ou environ $\frac{\mu}{4}$, plus exactement 0.248μ, qui donnerait pour valeur approximative du débit : $Q = 0.248 \mu (R)$
tandis que la formule ci-dessus donne :

$$Q = \mu \times \frac{1}{\pi} lg_\varepsilon \left(\frac{3}{\pi} + 1\right) = 0.2132 \mu (R).$$

Nous laisserons au lecteur le soin de pousser plus loin la discussion des circonstances qui peuvent se présenter dans ce cas.

Filtre non homogène à stratification horizontale, à circulation verticale. — Spring a attiré l'attention sur les précautions à prendre en formant un filtre pour que le sable puisse être considéré comme homogène, et ce n'est que quand cette condition était pratiquement réalisée que les résultats d'expérience ont satisfait à la loi de proportionnalité.

Supposons que le filtre soit formé de *deux couches* horizontales, d'épaisseurs L_1 et L_2 (fig. 7), de sables de grosseurs différentes pour lesquels les vitesses d'infiltration soient μ_1 et μ_2.

Appelons h la charge inconnue qui s'établira dans la section de contact des deux couches aussitôt que le mouvement sera devenu permanent :

Dans la couche L_2, le débit sera donné par la formule :

$$Q = \mu_2\left(1 + \frac{h_1}{L_2}\right)$$

Dans la couche L_1, il le sera par :

$$Q = \mu_1\left(1 + \frac{h - h_1}{L_1}\right)$$

Valeurs nécessairement égales, d'où l'on tire :

$$h_1 = \frac{L_2\left[(\mu_1 - \mu_2) L_1 + \mu_1 h\right]}{\mu_2 L_1 + \mu_1 L_2}$$

En faisant diverses hypothèses sur les valeurs relatives de μ_1, et μ_2, L_1 et L_2 et sur la grandeur de h, on pourra discuter les résultats auxquels conduit cette équation dans diverses circonstances.

Supposons maintenant le filtre composé de *trois couches* horizontales, d'épaisseurs L_1, L_2, L_3 (fig. 8), de sables de grosseurs différentes pour lesquels les vitesses d'infiltration sont respectivement μ_1, μ_2 et μ_3, h étant toujours la charge d'eau sur la section d'entrée du filtre ; appelons h_1 et h_2 les charges qui s'établiront dans les sections de contact des couches ; on aura les relations :

$$Q = \mu_3\left(1 + \frac{h_2}{L_3}\right) = \mu_2\left(1 + \frac{h_1 - h_2}{L_2}\right) = \mu_1\left(1 + \frac{h - h_1}{L_1}\right)$$

Ces deux équations pourront servir à déterminer les valeurs des inconnues h_1 et h_2 lorsque les autres quantités sont données. Elles pourront aussi servir à déterminer le rapport entre deux des autres quantités lorsqu'on voudra obtenir, pour h_1 et h_2, des valeurs qu'on s'impose *a priori*.

L'auteur croit inutile d'entrer dans plus de détails sur ce sujet.

II. — Filtres verticaux à parois convergentes ou divergentes.

1° Section horizontale rectangulaire (fig. 9 et 10).

a) Parois convergentes. — Lorsque le filtre est fermé à sa partie inférieure, les charges sont encore proportionnelles à la

profondeur sous le niveau de la surface de l'eau. Si l'on représente graphiquement la ligne des charges, ce sera une droite inclinée à 45° sur l'axe des abscisses, comme dans le cas du filtre prismatique (fig. 9).

Si l'on ouvre le filtre, l'écoulement se produit et le mouvement de l'eau devient rapidement permanent (si l'on maintient la hauteur h) et le débit est constant. Appelons v, la vitesse de filtration variable du filet qui occupe l'axe de figure, v_e sa valeur dans la section d'entrée, où la charge est h, et v_s dans la section de sortie, où la charge est nulle. Les filets liquides qui longent la paroi, de même que ceux qui parcourent les trajectoires intermédiaires, doivent traverser des épaisseurs de filtre proportionnelles à celles que traverse celui qui suit l'axe ; il en résulte que, dans une même section horizontale, la charge est constante.

Suivant l'axe, l'accroissement unitaire de la charge est $\frac{dp}{dx}$ et la vitesse qui lui correspond est $v = \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right)$

Le long de la paroi, si l'on appelle α l'angle que fait celle-ci avec la verticale, la vitesse se réduit à $\mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) \cos \alpha$ (fig. 10).

En un point intermédiaire où l'inclinaison de la direction du filet sur la verticale est θ, la vitesse est $\mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) \cos \theta$.

Détermination de v_e. — Prenons la section de sortie pour origine des x (afin que $p = o$ pour $x = o$).

On a la relation $\frac{y - b}{B - b} = \frac{x}{L}$;

d'où $$y = \frac{(B - b)\, x + b\, L}{L}$$

D'autre part, le débit à travers chaque section étant constant :

$$\frac{v}{v_e} = \frac{B}{y}; \quad \text{d'où} \quad v = v_e \frac{B\, L}{(B - b)\, x + b\, L}$$

Mais on a encore

$$v = \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right)$$

soit $$\mu dx + \mu dp = v_e \frac{BL \;\; dx}{(B - b)\, x + b\, L}$$

Intégrant, il vient :

$$\mu \int dp = \mu p = v_e \frac{\mathrm{B\ L}}{\mathrm{B} - b}\, lg\, [\,(\mathrm{B} - b)\, x + b\mathrm{L}\,] - \mu r + \mathrm{C^{te}}.$$

Pour $x = o$, $p = o$;

$$\text{donc} \quad v_e \frac{\mathrm{BL}}{\mathrm{B} - b}\, lg\, b\mathrm{L} + \mathrm{C^{te}} = o,$$

$$\text{d'où} \quad \mathrm{C^{te}} = - v_e \frac{\mathrm{BL}}{\mathrm{B} - b}\, lg\, b\mathrm{L},$$

et $$\mu\, p = v_e \frac{\mathrm{BL}}{\mathrm{B} - b} \left\{ lg\, [(\mathrm{B} - b)\, x + b\mathrm{L}] - lg\, b\mathrm{L} \right\} - \mu\, x$$

ou $$\mu\, p = v_e \frac{\mathrm{BL}}{\mathrm{B} - b}\, lg\, \frac{(\mathrm{B} - b)\, x + b\mathrm{L}}{b\mathrm{L}} - \mu\, x \qquad (1)$$

Pour $x = \mathrm{L}$, $p = h$

$$v_e \frac{\mathrm{BL}}{\mathrm{B} - b}\, lg\, \frac{(\mathrm{B} - b)\, \mathrm{L} + b\mathrm{L}}{b\mathrm{L}} - \mu\, \mathrm{L} = \mu\, h$$

ou $$v_e \frac{\mathrm{BL}}{\mathrm{B} - b}\, lg\, \frac{\mathrm{B}}{b} = \mu\, (h + \mathrm{L}),$$

d'où $$v_e = \mu\, (h + \mathrm{L})\, \frac{\mathrm{B} - b}{\mathrm{BL}} \times \frac{1}{lg\, \frac{\mathrm{B}}{b}}$$

$$v_x = \mu\, (h + \mathrm{L})\, \frac{\mathrm{B} - b}{(\mathrm{B} - b)\, x + b\mathrm{L}} \cdot \frac{1}{lg \frac{\mathrm{B}}{b}} = v_e \cdot \frac{\mathrm{B}}{y}$$

$$v_s = v_e \times \frac{\mathrm{B}}{b}$$

Charge aux différents niveaux. — Substituons la valeur ci-dessus de v_e dans (1), il vient, après simplifications :

$$p = (h + \mathrm{L})\, \frac{lg \left[\dfrac{(\mathrm{B} - b)\, x + b\mathrm{L}}{b\mathrm{L}} \right]}{lg\, \dfrac{\mathrm{B}}{b}} - x.$$

Débit. — Nous avons vu que la vitesse en un point distant de l'axe de z où la direction du filet liquide fait un angle θ avec la verticale est $$\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \cos \theta.$$

Sa composante perpendiculaire à la section horizontale est $\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\cos^2\theta$.

Dans le plan de la section elle est $\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\cos\theta\sin\theta$, ou $\frac{1}{2}\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\sin 2\theta$.

Le débit élémentaire correspondant à l'élément dz situé à cette distance est donné par la formule

$$dq = dz \times \mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\cos^2\theta. \tag{2}$$

Pour pouvoir intégrer cette équation différentielle, il faudrait connaître la relation qui existe entre z et θ.

Contre la paroi, l'angle que le filet liquide fait avec la verticale est α, la vitesse est

$\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\cos\alpha$, se décomposant en $\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\cos^2\alpha$

verticalement, et horizontalement

$$\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\cos\alpha\sin\alpha \text{ ou } \frac{1}{2}\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\sin 2\alpha.$$

a) Il semble qu'on puisse dire que : pour que la composante horizontale de la vitesse à la distance z ait la valeur $\frac{1}{2}\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)$ $\sin 2\theta$ quelle que soit la grandeur de z, il faut que l'angle θ satisfasse à la relation

$$\frac{\frac{1}{2}\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\sin 2\theta}{\frac{1}{2}\mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\sin 2\alpha} = \frac{z}{y},$$

d'où $$\frac{\sin 2\alpha}{y} \times z = \sin 2\theta,$$

et, par différenciation, $$\frac{\sin 2\alpha}{y}\frac{dz}{d\theta} = \frac{d(\sin 2\theta)}{d\theta} = 2\cos 2\theta$$

ou $$dz = \frac{2y}{\sin 2\alpha}\cos 2\theta\, d\theta.$$

Substituons cette valeur de *du* dans (2), il vient :

$$dq = \frac{2y}{\sin 2\alpha} \cos 2\theta\, d\theta \times \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) \cos^2 \theta =$$

$$= \frac{2\mu y}{\sin 2\alpha}\left(1 + \frac{dp}{dx}\right) \cos 2\theta \cos^2\theta\, d\theta$$

$$dq = \frac{2\mu y}{\sin 2\alpha}\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\left(\cos^4\theta - \sin^2\theta\cos^2\theta\right) d\theta .$$

$$dq = \frac{2\mu y}{\sin 2\alpha}\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\left(\cos^4\theta - \left(\frac{1}{2}\sin 2\theta\right)^2\right] d\theta.$$

Intégrant, il vient :

$$Q = \frac{2\mu y}{\sin 2\alpha}\left(1 + \frac{dp}{dx}\right)\left[\int \cos^4\theta\, d\theta - \frac{1}{4}\int \sin^2 2\theta\, d\theta\right] + C$$

$$1^{o} \int \cos^4\theta\, d\theta = \int (1 - \sin^2\theta)^2 d\theta = \int (1 + \sin^4\theta - 2\sin^2\theta)\, d\theta =$$

$$= \int d\theta + \int \sin^4\theta\, d\theta - 2\int \sin^2\theta\, d\theta = \theta + \left[-\frac{\cos\theta}{4}\sin^3\theta + \frac{3}{4}\int\right.$$

$$\left.\sin^2\theta\, d\theta - 2\int \sin^2\theta\, d\theta\right] + C = \theta - \frac{\cos\theta \sin^3\theta}{4} - \frac{5}{8}\frac{\theta}{\alpha} + \frac{5\sin 2\theta}{16} + C.$$

$$2^{o} \quad -\frac{1}{4}\int \sin^2 2\theta\, d\theta = -\frac{1}{4}\left[\theta - \frac{\sin 4\theta}{4}\right] 2 + C.$$

Finalement, l'intégration entre les limites o et α donne :

$$Q = \left(\frac{3}{16}\alpha - \frac{\cos\alpha\sin^3\alpha}{4} + \frac{5}{16}\sin 2\alpha + \frac{1}{8}\sin 4\alpha\right)\frac{2\mu y}{\sin 2\alpha}\left(1 + \frac{dp}{dx}\right).$$

Pour $y = B \qquad \mu\left(1 + \frac{dp}{dx}\right) = v_e.$

Donc $Q = \left(\frac{3}{16}\alpha - \frac{\cos\alpha\sin^3\alpha}{4} + \frac{5}{16}\sin 2\alpha + \frac{1}{8}\sin 4\alpha\right)\frac{2B}{\sin 2\alpha} v_e.$

On peut aussi dire qu'on ne voit aucun motif pour lequel les trajectoires des filets liquides ne seraient pas des droites qui convergent vers le même point : sommet de l'angle formé par l'axe et la paroi oblique dans une section verticale (fig. 10*bis*).

Dans ce cas, la relation entre z et θ devient $z = D\, tg\, \theta$, et l'on a aussi $y = D\, tg\, \alpha$; donc $\qquad \frac{z}{y} = \frac{tg\,\theta}{tg\,\alpha},$

d'où $$\frac{dz}{d\theta} = \frac{y}{tg\alpha} \cdot \frac{d(tg\theta)}{d\theta} = \frac{y}{tg\alpha}\, \text{séc}^2\,\theta$$

Substituant dans (2) cette valeur de $dz = \frac{y}{tg\alpha}$ séc² θ d θ, il vient

$$dq = \frac{y}{tg\alpha} \text{séc}^2\, \theta\, d\, \theta \times \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) \cos^2 \theta = \frac{y}{tg\alpha} \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) d\, \theta.$$

Intégrant entre les limites o et α, il vient :

$$Q = \frac{y}{tg\alpha} \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) \alpha.$$

Pour $y = B$

$$\mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) = v_e$$

$$Q = \frac{\alpha}{tg\alpha} B \times v_e$$

Formule beaucoup plus simple et qui paraît plus exacte.

Application. — Soit B = 5, b = 2, L = 4, h = 1, d'où $\alpha = 36°52'12''$. On trouve : $v_e = 0{,}825\ \mu$; $v_s = 2.0625\ \mu$; les valeurs de p aux distances 0, 1, 2, 3, 4 à partir de l'orifice de sortie seront 0 ; 0.73895 h ; 1.053 h ; 1.113 h ; et h. Enfin pour le débit : Q = 0.858 × B × 0.825 μ = 0.707850 B μ.

B) Parois divergentes. — Les notations restant les mêmes, sauf que les sections b et B permutent (fig. 11), on obtient finalement les formules :

1° Vitesse d'entrée : $v_e = \mu\ (h + L) \frac{B - b}{b\,L} \times \frac{1}{lg \frac{b}{B}}$

2° Charges :

$$p = (h + L) \frac{lg \frac{B\,b - (B - b)\,x}{B\,L}}{lg \frac{b}{B}} - x$$

3° Débit :

$$Q = \frac{\alpha}{tg\alpha} b \times v_e$$

Application. — Soit encore B = 5, b = 2, L = 4, h = 1.

On trouve $v_e = 2{,}05\ \mu$ environ.

Pour $x = o$; 1 ; 2 ; 3 ; 4.

on a $p = o$; — 0.1 h ; — 0.054 h ; + 0,26 h ; + h.

Q = 0.70875 b. μ.

2° Section horizontale circulaire.

a) Parois convergentes. — En nous reportant aux indications des cas qui précèdent et aux figures 12 et 13, on reconnaît que, pour que le débit à travers la section de rayon y soit le même qu'à travers les sections d'entrée et de sortie, de rayons respectifs R et r, il faut :

$$\frac{v_x}{v_e} = \frac{R^2}{y^2} \qquad \frac{v_x}{v_s} = \frac{r^2}{y_2} \qquad \frac{v_s}{v_e} = \frac{R^2}{r^2}$$

Comme $v_x = \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right)$, on a

$$v_x = \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) = v_e \frac{R^2}{y_2} = v_s \times \frac{r^2}{y^2}; v_s = v_e \frac{R^2}{r^2}; v_e = v_s \times \frac{r^2}{R^2}$$

D'autre part, entre x, y, r et R, on a la relation : $\frac{y - r}{R - r} = \frac{L - x}{L}$;

d'où $$y = \frac{(R - r)(L - x)}{L} + r = \frac{RL - (R - r)\,x}{L}$$

et $$y^2 = \frac{[RL - (R - r)x]^2}{L^2}$$

Substituant dans la valeur de v_x :

$$v_x = \mu \left(1 + \frac{dp}{dx}\right) = v_e \frac{R^2\,L^2}{[RL - (R - r)x]^2}$$

ou $$\mu\,dp = v_e \frac{R^2\,L^2\,dx}{[RL - (R - r)x]^2} - \mu\,dx$$

Intégrant, il vient :

$$\mu\,p = v_e \times \frac{R^2\;L^2}{(R - r)\,[RL - (R - r)x]} - \mu\,x + C^{te}$$

Pour $x = o$, $p = o$

$$C^{te} = - v_e \frac{RL}{R - r}$$

Donc

$$\mu\,p = v_e \left\{ \frac{R^2 L^2}{(R - r)[RL - (R - r)x]} - \frac{RL}{R - r} \right\} - \mu\,x =$$

$$= v_e \frac{RLx}{[RL - (R - r)x} - \mu\,x. \qquad (1)$$

Pour $x = L$, $p = h$

$$\mu h = \frac{RL}{r} v_e - \mu L$$

Donc, vitesse d'entrée :

$$v_e = \mu \left(h + L \right) \frac{r}{RL} = \mu \left(1 + \frac{h}{L} \right) \frac{r}{R}$$

Vitesse de sortie : $\quad v_s = \mu \left(1 + \frac{h}{L} \right) \frac{R}{r}$

Charges. — Substituant dans (1), il vient :

$$p = (h + L) \frac{r(R - r)x}{(R - r)[RL - (R - r)x]} - x$$

Débit. — Dans une section, les vitesses sont :

A l'axe : $\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right)$; à la distance ρ de l'axe : $\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \cos \theta$; contre la paroi : $\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \cos \alpha$.

Composantes normales à la section :

$$\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \qquad \mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \cos^2 \theta \qquad \mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \cos^2 \alpha$$

Le débit dq à travers un anneau de largeur $d\rho$ à la distance ρ de l'axe (fig. 13), est :

$$dq = 2 \pi \rho \, d\rho \, \mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \cos^2 \theta \tag{2}$$

On peut encore dire ici : pour que la composante horizontale de la vitesse à la distance ρ ait la valeur $\frac{1}{2} \mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \sin 2\theta$ quelle que soit la valeur de ρ, il faut que θ satisfasse à la relation :

$$\frac{\frac{1}{2} \mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \sin 2\theta}{\frac{1}{2} \mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \sin 2\alpha} = \frac{2 \pi \rho}{2 \pi y};$$

d'où

$$\frac{\sin 2\alpha}{y} \rho = \sin 2\theta \qquad \rho = \frac{y}{\sin 2\alpha} \sin 2\theta \quad \text{et} \quad d\rho = \frac{2y}{\sin 2\alpha} \cos 2\theta \, d\theta;$$

d'où, par intégration, pour la valeur de Q,

$$Q = \left(\frac{3}{16} \alpha - \frac{\cos \alpha \sin 3\alpha}{4} + \frac{5}{16} \sin 2\alpha + \frac{1}{8} \sin 4\alpha \right) \frac{2R}{\sin 2\alpha} v_e$$

Mais si l'on admet encore que les filets liquides sont rectilignes et convergent vers le sommet du cône dont l'entonnoir est un tronc, on pourra écrire : $\rho = D\, tg\, \theta \qquad y = D\, tg\, \alpha$

$$\frac{\rho}{y} = \frac{tg\theta}{tg\alpha} \qquad \rho = \frac{y}{tg\alpha} tg\theta$$

$$\frac{d\rho}{d\alpha} = \frac{y}{tg\alpha} \frac{d(tg\theta)}{a\theta} = \frac{y}{tg\alpha} \text{séc}^2\, \theta \qquad d\rho = \frac{y}{tg\alpha} \text{séc}^2\, \theta\, d\, \theta$$

Substituant dans (2) :

$$dq = 2\pi\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \cos \text{séc}\, ^2\theta \rho \frac{y}{tg\alpha} \text{séc}^2\theta\, d\theta$$

$$= 2\pi\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \frac{y^2}{tg^2\alpha} tg\, \theta\, d\, \theta$$

Intégrant :

$$Q = 2\pi\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \frac{y^2}{tg^2\alpha} \int_0^\alpha tg\theta\, d\, \theta = 2\pi\mu \left(1 + \frac{dp}{dx} \right) \frac{y^2}{tg^2\alpha} \log_\varepsilon \frac{1}{\cos\alpha}$$

Pour $x = o,\ y = R$ et $\mu \left(1 + \dfrac{dp}{dx} \right) = v_e$

$$Q = 2\pi \frac{R^2}{tg^2\alpha} \log_\varepsilon \frac{1}{\cos\alpha} \cdot v_e$$

Application. — $R = 5 \quad r = 2 \quad L = 1 \quad h = 4 \quad v_e = 1 \frac{1}{2} \mu$

$$Q = \pi R^2 \times 0.3962542\, \mu.$$

B) Parois divergentes. — Il suffit encore ici de faire permuter les rayons r et R pour appliquer les formules précédentes à ce cas, il vient :

$$v_e = \mu (h + L) \frac{R}{r\, L} = \mu \left(1 + \frac{h}{L} \right) \frac{R}{r} \qquad v_s = \mu \left(1 + \frac{h}{L} \right) \frac{r}{R}$$

$$p = (h + L) \frac{R\, x}{rl - (R - r)\, x} - x$$

$$Q = 2\pi r^2 \times \frac{1}{tg\, ^2\alpha} \log. \varepsilon \frac{1}{\cos\alpha} \cdot v_c$$

Application: $r = 2$, $R = 5$, $L = 4$, $h = 1$

$$v_e = 3.125\,\mu$$

$$Q = \pi r^2 \times 2.47658875\,\mu.$$

Discussion pour des valeurs variées de h, lorsque α varie de 0 *à* 90°. — 1° Lorsque $h = o$, aucune raison n'existera pour que v soit différent de μ ; il en résulte que l'eau ne remplira pas l'entonnoir mais s'écoulera en n'occupant qu'un cylindre vertical de rayon r.

2° Si $h > o$, $v_s = \mu \dfrac{h + L}{L} \cdot \dfrac{r}{L}$ ne peut être $< \mu$; pour que l'entonnoir se remplisse il faut donc $\dfrac{h + L}{L} \times \dfrac{r}{R} \geqslant 1$, soit $(h + L)\, r \geqslant L \times R$ ou $r \geqslant \dfrac{L + R}{r + R}$ (1).

Par exemple, si $L = h$, il faut $r \geqslant \dfrac{h\,R}{2\,h}$, soit $r \geqslant \dfrac{R}{2}$.

Considérons le cas où $\alpha = 45°$. Alors $R = r + L$; la condition (1) ci-dessus devient $r \geqslant \dfrac{L\,(r + L)}{h + L}$ et, dans le cas où $h = L$, $r \geqslant \dfrac{h\,(r + h)}{2\,h}$ ou $r \geqslant h$.

Si r est plus petit que h, l'eau s'écoulera bien sous la forme d'un tronc de cône, mais celui-ci ne s'étendra pas jusqu'à la paroi. L'eau n'occupera pas tout le filtre.

Nous laisserons au lecteur le soin de développer cette discussion. Il pourra étudier aussi le cas où la contre-pression dans la section de sortie est différente, en plus ou en moins, de la pression atmosphérique.

Discussion. — Nous avons supposé que, quelles que soient la charge h, la contre-charge h' et la valeur de l'angle de divergence α, le filtre sera occupé dans tout son volume par le liquide. On admettra cependant que, si l'eau pénètre dans le filtre sans charge (c'est-à-dire si $h = o$) et s'il en sort sans avoir à vaincre de contre-charge (si $h' = o$), elle se conduira comme si elle traversait un filtre prismatique, les filets seront verticaux (fig. 14bis) et la vitesse μ (par application de la loi du moindre effort), surtout si les dispositions sont telles que l'air ne puisse pénétrer par

la section de sortie du filtre et y établir latéralement la pression atmosphérique.

Lorsque h ne sera pas nul, tandis que h' le sera, on conçoit que le liquide occupe toute l'étendue des sections de l'entonnoir sur une certaine hauteur, limitée par la section dans laquelle la vitesse se sera réduite à la valeur μ (fig. 14) et au delà de laquelle les filets suivront des trajectoires verticales.

La position de cette section est déterminée par l'épure des lignes de charge, elle correspond au point où la charge s'annule avant de devenir négative.

Si h' n'est pas nul et que h le soit, de pareilles circonstances pourront encore se réaliser pour les valeurs de h' inférieures à une certaine limite qui dépendra d'ailleurs de la grandeur de α.

Nous ne pousserons pas plus loin cette discussion, pour ne pas trop élargir la cadre de notre travail. Nous ferons seulement remarquer qu'il sera intéressant de vérifier expérimentalement, ce que nous avons déjà fait pour quelques cas, les conséquences de ces déductions théoriques. Nous avons pu remarquer notamment que, lorsqu'on enlève l'entonnoir après qu'une expérience est terminée, la dépression qui s'est produite à la fin de l'écoulement a eu pour conséquence d'assécher le sable de la partie supérieure du filtre. Il serait possible que ce fait soit susceptible d'applications pratiques.

III. — Filtres inclinés ou horizontaux, de forme prismatique, dans lesquels l'eau est captive.

Considérons d'abord le cas simple où la section du filtre est rectangulaire et de largeur égale à l'unité.

A l'examen de la figure 15 on reconnaît immédiatement :

1° que les trajectoires des molécules d'eau sont parallèles ;

2° que la charge motrice est partout la même et égale à $z = H + I - h$.

Appliquant la règle d'après laquelle : la vitesse est en raison directe de la charge z et en raison inverse de l'épaisseur $\sqrt{L^2 + I^2}$ de filtre traversée, on écrira :

$$v = \mu \frac{z}{\sqrt{L^2 + I^2}} = \mu \frac{z \cos \alpha}{L} \qquad \frac{z}{L} = tg\,\beta \qquad v = \mu\, tg\,\beta \cos \alpha$$

Sa composante horizontale normale à la section verticale du filtre

est $$v_h = \mu \frac{z}{L} \cos^2 \alpha \qquad = \mu \, tg \, \beta \cos^2 \alpha$$

et par suite le débit par la section de hauteur k et de largeur $= 1$,

$$Q = K. \mu. \frac{z}{L} \cos^2 \alpha \qquad = K \mu \, tg \, \beta \cos^2 \alpha$$

Discussion. — Différents cas peuvent se présenter ; examinons les circonstances qui correspondent à quelques-uns.

Si H était $<$ K l'eau ne serait pas captive (au moins sur une certaine longueur). Supposons donc $H \geqslant K$.

Lorsque h est $< k$, la section de sortie est incomplètement noyée par l'aval, nous supposerons par conséquent d'abord $h \geqslant K$.

1° Supposons $I < L$, soit $\alpha < 45°$.

Si *a*) $z < L$ soit $\beta < 45°$, alors $v < \mu \cos \alpha$ $Q < K \mu \cos^2 \alpha$. si $\alpha = o$, $v = \mu$, $Q = K \mu$.

b) $z = L$ ou $\beta = 45°$, alors $v = \mu \cos \alpha$ $Q = K \mu \cos^2 \alpha = {}^1/_2 K \mu$ si $\alpha = o$.

c) $z > L$ soit $\beta > 45°$, alors $v > \mu \cos \alpha$ $Q > K \mu \cos^2 \alpha$ si $\alpha = o$ $Q > K \mu$.

2° Supposons $I = L$ soit $\alpha = 45°$.

Si *a*) $z < L$ $v < 0.707 \mu$

b) $z = L$ $\beta = 45°$ $v = 0.707 \mu$

c) $z > L$ $v > 0.707 \mu$.

3° $I > L$ soit $\alpha > 45°$.

a) $z < L$ soit $\beta < 45°$.

b) $z = L$ ou $\beta = 45°$ $v = \mu \cos \alpha$

c) $z > L$ ou $\beta > 45°$.

Examinons maintenant le cas où $h < K$. On voit (fig. 30) qu'alors, la section de sortie n'étant pas complètement noyée, la contre-pression n'est pas la même sur toute la hauteur de cette section. Pour tous les filets qui sortent à travers la partie noyée, la charge totale est $z_2 = H + I - h$, la vitesse est constante, égale à $\mu \frac{z^2}{\sqrt{L^2 + I^2}}$ et le débit est $\mu \frac{I^2 h \cos \alpha}{\sqrt{L^2 + I^2}}$. Pour ceux qui sortent à travers la partie non noyée, s'ils sortaient sur toute

la hauteur la charge totale irait de $z_1 = H + I - h$ à $z_2 = H + I - K$, ; par suite, la vitessse irait en décroissant de bas en haut, de $\mu \frac{z_2}{\sqrt{L^2 + I^2}}$ à $\mu \frac{z_1}{\sqrt{L^2 + I^2}}$, soit en moyenne $\mu \frac{z_1 + z_2}{2\sqrt{L^2 + I^2}}$ et un débit partiel correspondant

$$\mu \frac{(z_1 + z_2)(z_1 - z_2)}{2\sqrt{L^2 + I^2}} \cos \alpha = \mu \frac{(z_1^2 - z_2^2) \cos \alpha}{2\sqrt{L^2 + I^2}}.$$

Le débit total serait donc :

$$Q = \mu \frac{(z_1^2 - z_2^2 + 2 z_2 h) \cos \alpha}{2\sqrt{L^2 + I^2}} = \mu \frac{[z_1^2 - z_2 (z_2 - 2 h] \cos \alpha}{\sqrt{L^2 + I^2}}$$

Nous ne nous arrêterons pas à discuter cette valeur pour les cas où $\alpha > 45^o$, $\alpha = 45^o$, $\alpha < 45^o$ et $\alpha = 0$. Dans ce dernier Q =

$$Q = \mu \frac{z_1^2 - z_2 (z_2 - 2 h)}{2 L}$$

Lignes des charges. — Quand $h \geqslant K$, on se rend facilement compte que les lignes des charges sont les droites, tracées sur les figures 15 et 16, qui joignent les niveaux de l'eau à l'amont et à l'aval, pris au droit des sections d'entrée et de sortie du filtre.

Quand $h < K$ (fig. 17 et 18) la ligne qui joint les hauteurs H et h portées respectivement dans le plan des sections d'entrée et de sortie ne constitue pas la ligne des charges. Celle-ci est une droite un peu moins inclinée à partir de son origine amont jusqu'au point où elle traverse la paroi supérieure du filtre ; au delà de ce point, elle se prolonge par une courbe, convexe vers le haut, dont le tracé résulte de considérations qui seront exposées plus loin. Selon les cas, elle se terminera à un niveau plus ou moins élevé au-dessus de h, ou même au sommet K de la section de sortie.

IV.— Filtres inclinés ou horizontaux, de forme prismatique, où la surface de l'eau est libre.

1° Considérons d'abord un filtre formé de sable contenu dans un canal prismatique incliné, aux extrémités duquel existe la

même hauteur d'eau H (fig. 19, 20 et 21). Pour la facilité du raisonnement et la simplification des formules, nous admettons encore que la largeur du canal est égale à l'unité.

Ou bien la ligne des charges qui réunira les niveaux d'amont et d'aval sera une droite, ou elle sera une courbe concave ou convexe. Si c'était une courbe concave, la section irait d'abord en décroissant ; mais la pente, qui donne la charge unitaire et règle la vitesse, laquelle lui est proportionnelle, irait aussi en décroissant ; le débit irait donc en décroissant, ce qui n'est pas possible. L'hypothèse est donc inexacte. Le même raisonnement prouve que la courbe n'est pas convexe. Donc la pente superficielle sera uniforme, les filets liquides seront parallèles au fond, les vitesses de filtration seront constantes pour chaque trajectoire et même, la charge unitaire étant partout $\frac{z}{L} = tg\ \alpha$, toutes les vitesses seront égales.

Déterminons cette vitesse commune et le débit. Appelons encore μ la vitesse d'infiltration (vitesse de filtration à travers le même sable dans un filtre vertical non surchargé). Ici, pour une épaisseur $\Delta\, s$ de sable traversée, la charge consommée (ou perte de charge) est $\Delta\, y$; la vitesse est donc $\mu \frac{\Delta\, y}{\Delta\, s} = \mu \sin \alpha$. Elle est parallèle au fond. La composante horizontale est $\mu \sin \alpha \cos \alpha =$ $\frac{1}{2}\, \mu \sin 2\, \alpha$. Le débit est donc $Q = \frac{1}{2} H\, \mu \sin 2\, \alpha$.

La composante verticale de la vitesse, qui n'intervient pas pour la détermination du débit parce qu'elle se trouve dans le plan de la section, est $\mu \sin^2 \alpha$.

Remarquons que si α croît de 0 à 90°, sin 2 α va d'abord en croissant à partir de 0 (qui correspond à l'état statique), pour passer par sa valeur maximum, l'unité, quand $\alpha = 45°$, puis sin 2 α décroît de plus en plus et finirait par se réduire à 0 si α pouvait atteindre la valeur 90°, ce qui n'est pas possible, puisque nous avons attribué à L une longueur finie, si faible qu'elle soit. Il en résulte que pour des filtres du type considéré, de même hauteur d'eau et de même longueur horizontale, le débit maximum est donné par celui dont l'inclinaison est égale à 45°.

La composante verticale de la vitesse, $\mu \sin^2 \alpha$, est nulle, comme la composante horizontale, pour $\alpha = o$. Si α croît, elle croît conti-

nuement. Pour $\alpha = 45^o$ elle devient $\frac{1}{2}\,\mu$, donc égale à la composante horizontale. Si α croît encore, elle continue aussi à croître et tend vers la valeur μ, qu'elle ne peut atteindre parce que nous supposons à L une longueur finie.

Pressions. — La ligne des charges dynamiques se confond avec la surface de la nappe ; dans deux sections verticales quelconques, les points à même hauteur au-dessus du fond incliné subissent donc la même pression.

2° Filtre logé dans un canal prismatique a fond horizontal, compris entre deux compartiments dans lesquels l'eau est maintenue a des niveaux différents. — Les sections verticales iront en décroissant de l'amont à l'aval ; par conséquent, les vitesses iront en croissant, ce qui exige que l'inclinaison à la suıface aille en croissant : d'où l'on déduit que la surface sera convexe vers le haut.

Etudions la répartition des vitesses dans une section verticale y (fig. 22, 23). Au sommet de cette section, la vitesse est dirigée suivant la tangente à la surface. Celle-ci constitue la ligne des charges en même temps que la trajectoire du filet supérieur. Pour celui-ci, sur la distance horizontale dx, la charge consommée (ou perte de charge) est dy et l'épaissenr de filtre traversée ds ; d'où résulte que la vitesse est $\mu\,\frac{dy}{ds} = \mu \sin \alpha$, α étant l'angle de la tangente avec l'horizontale. La composante hozizontale de cette vitesse est $\mu \sin \alpha \cos \alpha$ ou $\frac{1}{2}\,\mu \sin 2\,\alpha$, tandis que sa composante verticale est $\mu \sin^2 \alpha$.

A l'extrémité inférieure de la section, la charge motrice (différence entre la pression et la contre-pression) est encore dy, mais l'épaisseur du filtre traversée par le filet inférieur n'est plus que dx ; il en résulte que la vitesse est $\mu\,\frac{dy}{dx} = \mu\, tg\, \alpha$, toujours plus grande que $\frac{1}{2}\,\mu \sin 2\,\alpha$.

En un point intermédiaire, la molécule m (fig. 23) suivra une trajectoire dont le premier élément est $mm' = dt$ en s'abaissant de dz. La charge en m est z ; en m' elle est $z' = z - dy + dz$. La

différence de pression $z - z'$ est donc $dy - dz$; mais comme m est descendu en m' il y a eu consommation de la charge dz, et par conséquent la charge totale consommée est dy comme aux deux extrémités de y. On en déduit, pour la valeur de la vitesse dirigée suivant dt : $\mu \frac{dy}{dt}$, qui peut s'écrire $\frac{dy}{dx} \frac{dx}{dt}$ ou $\mu \, tg \, \alpha \cos \theta$. Sa composante horizontale est $\mu \frac{dy}{dx} \frac{dx^2}{dt^2}$ ou $\mu \, tg \, \alpha \cos^2 \theta$.

On constate que pour $\theta = \alpha$ cette formule devient $\mu \sin \alpha \cos \alpha$, et pour $\theta = 0$ elle devient $\mu \, tg \, \alpha$. La composante verticale de la vitesse en m est $\mu \, tg \, \alpha \sin \theta$ ou $\frac{1}{2} \mu \, tg \, \alpha \sin 2 \theta$. Pour $\theta = 0$ elle est nulle ; pour $\theta = \alpha$ elle est $\mu \sin^2 \alpha$.

Débit. — Soit u (fig. 23) la distance, à partir du fond du filtre, du point de l'ordonnée y dont la trajectoire fait avec l'horizontale l'angle θ ; le débit élémentaire à travers l'élément de section du situé à la hauteur u, est :

$$dq = \mu \, tg \, \alpha \cos^2 \theta \, du.$$

Le débit total Q est donc donné par :

$$Q = \int_0^\alpha \mu \, tg \, \alpha \cos^2 \theta \, du.$$

Mais θ est fonction de u, ou, inversement, u fonction de θ, dont il faudrait déterminer la forme.

Si l'on prend $u = \varphi \, \theta$, il faut que pour $\theta = 0$, $u = 0$, et que pour $\theta = \alpha$, $u = y$.

Si l'on prend $\theta = \Psi \, u$, il faut que pour $u = 0$, $\theta = 0$, et pour $u = y$, $\theta = \alpha$.

Si la ligne MN de la figure 23, lieu des extrémités des vitesses, était une droite, on aurait :

$$Q = \frac{1}{2} \left(tg \, \alpha + \frac{\sin 2 \alpha}{2} \right) \mu \, y$$

La relation entre u et θ qui donnerait ce résultat est :

$$\frac{y - u}{y} = \frac{\mu \, tg \, \alpha \, (\cos^2 \theta - \cos^2 \alpha)}{\mu \, (tg \, \alpha - \sin \alpha \cos \alpha)}, \text{ d'où } u = y \, \frac{1 - \cos^2 \theta}{\sin^2 \alpha} = y \, \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \alpha}$$

Cette relation satisfait aux conditions ci-dessus. Cependant,

rien ne dit *à priori* que MN est une droite et il y a quantité d'autres relations entre u et θ qui y satisfont ; par exemple :

$$\frac{u}{y}=\frac{\theta}{\alpha};\ \frac{u}{y}=\frac{\sin\theta}{\sin\alpha};\ \frac{u}{y}=\frac{tg\,\theta}{tg\,\alpha};\ \frac{u}{y}=\frac{\sin^2\theta}{\sin^2\alpha};\ \frac{u}{y}=\frac{\sin\theta+tg\,\theta}{\sin\alpha+tg\,\alpha};$$

$$\frac{u}{y}=\frac{\sin\theta+\theta}{\sin\alpha+\alpha};\ \frac{u}{y}=\frac{\theta^2}{\alpha^2},\text{ etc., etc.}$$

Mais il est une autre condition à laquelle il doit être satisfait : l'eau, dans le cas dont nous nous occupons, doit être considérée comme absolument incompressible ; par suite, le débit ne peut être supérieur à celui qu'on détermine en ajoutant à celui-ci $y \times \mu \sin\alpha\cos\alpha$, dû à la composante horizontale de la vitesse de l'élément supérieur, appliquée à toute la hauteur y, le débit dans le sens vertical.

$\int_o^\alpha \mu\, tg\,\alpha \sin\theta\cos\theta\, du$, dû aux composantes verticales des vitesses aux différentes hauteurs de la section, c'est-à-dire qu'on doit avoir :

$$\int_o^\alpha \mu\, tg\,\alpha\cos^2\theta\, du=\mu\sin\alpha\cos\alpha\times y+\int_o^\alpha \mu\, tg\,\alpha\sin\theta\cos\theta\, du,$$

ce qui revient à (μ et α étant des constantes) :

$$\int_o^\alpha \cos^2\theta\, du=\cos^2\alpha\times y+\int_o^\alpha \sin\theta\cos\theta\, du.$$

Cette relation doit d'ailleurs exister pour une partie u de la hauteur y, c'est-à-dire qu'on doit avoir :

$$\int_o^\theta \cos^2\theta\, du=\cos^2\theta\times u+\int_o^\theta \sin\theta\cos\theta\, du.$$

Pour déterminer la forme de $u=\varphi\,\theta$ ou de $\theta=\Psi\, u$, nous ne voyons d'autres procédés à adopter que des tâtonnements, par vérifications déterminant si les égalités ci-dessus s'établissent pour l'une ou l'autre forme de la fonction exprimant une relation entre u et θ.

Après avoir transformé la formule par l'introduction de la relation hypothétique nous avons, pour simplifier le calcul, supposé à α sa valeur maximum : 45°. Nous appelons y^o la valeur correspondante de y. L'égalité absolue a été atteinte pour la seule hypo-

thèse $\frac{u}{y} = \frac{\theta}{\alpha}$, pour laquelle les formules donnent toutes deux $Q = 0.81831\ \mu\, y^o$ (ou, plus exactement,

$$Q = 0.8183098861839405\ \mu\, y^o).$$

La partie supérieure de la fig. 24 donne une représentation graphique des vitesses, quant $\alpha = 45^o$, pour les valeurs de θ de 0.5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 et 45°.

L'épure fig. 25 donne isolément les grandeurs des composantes horizontales et verticales, cotées en vue de faire ressortir leurs relations. Elle fait voir que les composantes verticales des vitesses, en allant de haut en bas de 45° à 0°, correspondent aux accroissements des composantes horizontales, en allant de bas en haut, de 0° à 45°.

Formules du débit. — La relation $\frac{u}{y} = \frac{\theta}{\alpha}$ donne $du = \frac{y}{\alpha}\, d\,\theta$.

$$\text{Par suite, } dq = \mu\, \frac{y}{\alpha}\, tg\, \alpha \cos^2 \theta\, d\,\theta$$

Intégrant entre les limites 0 et α, il vient :

$$Q = y\,.\,\mu\,.\,tg\,\alpha \left(\frac{1}{2} + \frac{\sin^2 \alpha}{4\,\alpha}\right) = \frac{1}{2}\, y \times \mu \left(tg\,\alpha + \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha}\right) \quad (1)$$

Et, comme nous l'avons déjà annoncé, en désignant par y^o la valeur que prend y quand $\alpha = 45^o$ il vient :

$$Q = 0.81831\ \mu\, y_0 \qquad (2)$$

Si l'on se sert de la formule,

$$Q = \mu \sin \alpha \cos \alpha \times y + \mu\, tg\,\alpha \int_0^\alpha \sin \theta \cos \theta\, du$$

La substitution à du de sa valeur $\frac{y}{\alpha}\, d\,\theta$ conduit à :

$$Q = \frac{1}{2}\, y\, \mu \left[\sin 2\,\alpha + \frac{tg\,\alpha}{2\,\alpha}\left(1 - \cos 2\,\alpha\right)\right]$$

qui, pour $\alpha = 45^o$, donne aussi :

$$Q = \frac{1}{2}\, y \times \mu \left(1 + \frac{2}{\pi}\right) = 0.81831\ \mu\, y_0$$

Valeur de y en fonction de y^o. — En égalant (1) et (2) on obtient, entre y et y_o, la relation :

$$y = y_o \times \frac{0.81831 \times 2}{tg\, \alpha + \dfrac{\sin^2 \alpha}{\alpha}} \qquad (3)$$

Relation entre x et y. — Nous avons fait remarquer (p. 21) qu'entre deux points A et B de la courbe superficielle ou ligne des charges, la convexité est toujours tournée vers le haut. Il en résulte que si l'on mène la droite AB il existe toujours un point M, intermédiaire entre A et B, où la tangente MT à la courbe est parallèle à AB.

Appelons α_m l'angle DAB = DNT de AB et de MT avec l'horizontale, la formule (3) ci-dessus donne, pour la valeur correspondante de y_m :

$$y_m = y_o \times \frac{1.63662}{tg\, \alpha_m + \dfrac{\sin^2 \alpha_m}{\alpha_m}} \qquad (4)$$

Si l'on connaissait y^o, on pourrait donc calculer la grandeur de $mM = y_m$ pour une valeur donnée de α_m.

Supposons que la courbe superficielle soit prolongée, fig. 26, au delà de B jusqu'au point C où la tangente est inclinée à 45°. Mais auparavant, afin d'avoir affaire à une fonction croissante et d'obtenir des valeurs positives pour x, renversons la figure de gauche à droite et prenons pour axe des y l'ordonnée y^o prolongée et pour axe des x l'horizontale passant par le pied de y^o (soit le fond du filtre). Nous obtenons la fig. 27.

Prenons y^o pour unité, et portons-la de 0 en A (on choisira sa grandeur suivant les proportions qu'on désire donner à l'épure). Calculons y_m pour une valeur donnée de α_m, — soit, pour fixer les idées, $\alpha_m = 20°$. On trouve $y_m = 2.341 y^o$. Portons cette valeur en OC sur l'axe des y à partir de 0, et, par son sommet, menons une parallèle à l'axe des x : elle coupera la courbe en un point M qui, comme nous l'avons dit, doit être compris entre le point D, intersection de CM avec la tangente en A, et le point E, intersection de CM avec la corde AB qui fait l'angle $\alpha_m = 20°$ avec l'horizontale.

$$\text{Or, } CD = CA = y_m - y_o = z_m.$$

$$CS = z_m \cot g\, \alpha_m$$

La longueur $CM = x$ est donc comprise entre z_m et $z_m \operatorname{cotg} \alpha_m$. Voyons si elle diffère de la moyenne de ces longueurs. Pour le vérifier, supposons-la égale en posant :

$$x_m = \frac{z_m}{2}(\operatorname{cotg} \alpha_0 + \operatorname{cotg} \alpha_m) = \frac{z_m}{2}(1 + \operatorname{cotg} \alpha_m) \qquad (5)$$

Constatons d'abord que, avec cette relation : 1° pour $z = 0$, $x_m = 0$; 2° pour $\alpha_m = 0$, $\operatorname{cotg} \alpha_m = \infty$, $x = \infty$, ce qui doit être.

Pour que la courbure soit convexe vers le haut, il faut que $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ soit partout plus petit que $\frac{dy}{dx}$, ce qui se vérifie. Cela résulte du décroissement continu de α à mesure que y augmente.

Considérons deux points M et M′ de la courbe (fig. 27) ; traçons les ordonnées et les parallèles MG et M′H à l'axe des x ; on aura $MG = \Delta x = HM'$; $M'G = MH = \Delta y$. Menons les tangentes MK et M′I à la courbe en M et M′ qui font les angles α et α' avec l'axe des x, et par M menons ML parallèle à M′I. Nous disons que $M'K = M'L$.

S'il en est ainsi, le point I étant l'intersection de MT avec MK, on aura $KI = IM$. Par I menons NIP parallèle à l'axe des x, on aura $MN = NH = \frac{1}{2}\Delta y$ et $GP = PM' = \frac{1}{2}\Delta y$ en même temps que $NI + IP = \Delta x$.

$$\text{Or, } NI = \frac{1}{2}\Delta y \operatorname{cotg} \alpha, \quad IP = \frac{1}{2}\Delta y \operatorname{cotg} \alpha'.$$

Par suite,

$$\Delta x = \frac{1}{2}\Delta y (\operatorname{cotg} \alpha + \operatorname{cotg} \alpha').$$

$$\Delta x = \Delta y \left(\frac{\operatorname{cotg} \alpha_1 + \operatorname{cotg} \alpha_2}{2}\right) = \Delta y \frac{1}{2}\left(\frac{\cos \alpha_1}{\sin \alpha_1} + \frac{\cos \alpha_2}{\sin \alpha_2}\right) =$$

$$\frac{\Delta y}{2}\left(\frac{\sin \alpha_1 \sin \alpha_2 + \cos \alpha_1 \cos \alpha}{\sin \alpha_1 \sin \alpha_2}\right)$$

ou

$$\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{1}{2}\frac{\sin(\alpha_1 + \alpha_2)}{\sin \alpha_1 \sin \alpha_2}$$

Posons $\alpha_2 = \alpha_1 + \Delta \alpha$

$$\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{1}{2}\frac{\sin(2\alpha_1 + \Delta\alpha)}{\sin^2 \alpha_1 + \sin \alpha_1 \Delta\alpha}$$

De même

$$\frac{dx_1}{dy_1} = \frac{1}{2} \frac{\sin \alpha_1 (2\alpha_1 + d\alpha)}{\sin^2 \alpha_1 + \sin \alpha_1 \, d\alpha}$$

Mais à la limite, $d\alpha$ et $\sin \alpha_1 \, d\alpha$ sont négligeables, et il vient :

$$\frac{dx_1}{dy_1} = \frac{1}{2} \frac{\sin 2\alpha}{\sin^2 \alpha_1} = \frac{1}{tg \, \alpha_1}$$

C'est le rapport entre les composantes horizontales ($\mu \sin \alpha \cos \alpha$) et verticales ($\mu \sin^2 \alpha$) des vitesses du filet superficiel.

Si l'on avait supposé entre $\Delta x = x_2 - x_1$ et $\Delta y = y_2 - y_1$ une autre relation telle que

$$\Delta x = \Delta y (\text{cotg } \alpha_1 + \text{cotg } \alpha_2) \frac{1}{n}$$

n étant différent de 2, on serait arrivé à

$$\frac{dx}{dy} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{2}{n} \cdot \frac{1}{tg \, \alpha}$$

c'est-à-dire $\frac{dy}{dx}$ différent de $tg \, \alpha$. On en conclut que la relation (5) est exacte.

L'équation de la courbe peut donc s'écrire :

$$x = y_0 \frac{0.81831}{tg \, \alpha + \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha}} (1 + \text{cotg } \alpha). \qquad (6)$$

Sous cette forme, elle paraît indépendante de μ ; mais il ne faut pas perdre de vue que y_0 dépend à la fois du débit et de la valeur de μ, car on a $Q = 0.81831 \, \mu \, y_0$ ou $y_0 = \frac{Q}{0.81831 \, \mu}$ et l'équation peut par conséquent encore s'écrire :

$$x = \frac{Q}{\mu} \frac{1 + \text{cotg } \alpha}{\text{tg } \alpha + \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha}} \quad \text{ou} \quad x = \frac{Q}{\mu} \times \frac{\alpha \cos \alpha (\cos \alpha + \sin \alpha)}{\sin^2 \alpha (\alpha + \sin \alpha \cos \alpha)} \qquad (7)$$

Sous la forme (6), cette équation montre que, s'il se faisait que, pour un débit Q_1, et une valeur μ_1, de Q et de μ, on avait la même valeur de y^0 que pour des valeurs Q_2 et μ_2, le profil de la nappe serait exactement le même.

Si pour Q_1 et μ_1 on a une valeur y'_0 de y_0, et pour Q_2 et μ_2 une autre valeur y''_0, les ordonnées et les abscisses des deux courbes

seront proportionnelles ; autrement dit : les courbes seront semblables, et l'on en conclut que, pour passer de l'un à l'autre cas, il suffira de changer l'échelle de l'épure dans le rapport de y'_0 à y''_0. Une seule épure, tracée en prenant y_0 pour unité, suffira donc pour représenter tous les cas.

Les figures 28 et 29 donnent : 1° un tracé de la courbe au voisinage de l'origine, sur une certaine longueur, pour lequel y_0 est pris pour unité, aussi bien pour les abscisses que pour les ordonnées. Pour réduire le développement en longueur de cette figure, les tronçons successifs de la courbe ont été superposés. Il sera toujours facile, en les calquant, de les replacer bout à bout.

2° Un tracé, sur une plus grande longueur, pour lequel y_0 est encore l'unité pour les ordonnées, mais où les longueurs d'abscisses sont portées à une échelle 20 fois moindre. Ce tracé déforme fortement les angles.

Nous donnons en annexe un tableau des résultats des calculs qui ont servi à déterminer des points nombreux de ces tracés.

Examinons comment on pourra faire usage des relations établies ci-dessus et des épures fig. 28 et 29. — Supposons déterminée par expérience, pour le sable qui compose un filtre à fond horizontal, la valeur de la vitesse d'infiltration μ, et données l'épaisseur L du filtre et les hauteurs $y_e = H$ et $y_s = h$ de l'eau à l'entrée et à la sortie. On demande quel sera le débit et le tracé de la courbe qui réunira les bassins amont et aval.

h peut être plus grand que la valeur y_0 pour laquelle l'inclinaison à la surface est maximum, il peut lui être égal, ou se trouver plus petit (les hypothèses peuvent être poussées jusqu'à supposer h nul).

1er cas. — Considérons d'abord le cas où il se trouve que $y_0 = h$.

Posons $Z = H - h$. On doit avoir (fig. 26) : $L = \frac{1}{2} Z(1 + \text{cotg}\, \alpha_H)$

d'où $\text{cotg}\, \alpha_H = \frac{2L - Z}{Z}$ ou $\text{cotg}\, \alpha_H = \frac{2L - (H - h)}{H - h}$.

On aura alors à vérifier si Q_H en fonction de H et α_H est bien égal à Q_h en fonction de h et de $\alpha_h = 45°$. S'il n'en est pas ainsi et que Q_H est plus grand que Q_h, on se trouve dans le deuxième cas, où $y_0 > h$.

2me cas. — $y_0 > h$. On a $L = \frac{1}{2}(H - y_0)(1 + \cot g\, \alpha_H)$

$$\text{d'où } \cot g\, \alpha_H = \frac{2\,L - (H - y_0)}{H - y_0}$$

On arrivera à déterminer α_H et y_0 par une série de tâtonnements, soit par calcul, soit graphiquement en se servant de l'épure.

Pour employer l'épure, les tâtonnements consisteront à chercher l'échelle. On prendra (fig. 30) sur la ligne des abscisses, à partir de l'origine, une longueur L à une certaine échelle, et à son extrémité on portera H à la même échelle (si c'est l'épure fig. 28 que l'on utilise). On joindra l'origine au sommet de la hauteur H par une droite qui coupera la courbe superficielle en un point A, qui déterminera la grandeur de H à l'échelle de la figure et inversement l'échelle pour le cas envisagé. On en déduira la valeur de y_0 et par suite le débit. L'épure donnant la valeur de α_H, on pourra vérifier que le débit dans la section d'entrée est égal à celui à la sortie, comme d'ailleurs dans une section quelconque.

Le mode d'opérer au moyen de l'épure servira de guide si l'on veut procéder en même temps par calculs, mais il semble que, pour économiser le temps, il vaut mieux n'employer les calculs que pour vérifier les résultats obtenus par la méthode graphique.

Comme le montre la figure, l'écoulement dans ce cas a lieu, dans la section de sortie, en partie à l'air libre, en partie sous eau. A l'air libre, l'eau sort comme si elle s'échappait d'un filtre vertical dont la section de sortie n'est pas noyée. Sous l'eau, il y a en plus la résistance à la sortie due à l'inertie du liquide, notablement plus grande que celle de l'air, mais cependant négligeable à cause de la faible vitesse, et parce que, pour maintenir constant le niveau h dans le réservoir d'aval, il faut supposer l'eau de ce réservoir en mouvement vers un dégorgeoir ou un déversoir de trop-plein, donc avec la minime pente superficielle qui crée la vitesse nécessaire à cet écoulement.

3me cas. — $y_0 < h$. — Dans ce cas, la courbe superficielle comprise entre les sections H et h ne s'étend pas jusqu'à la section y_0 de l'épure ; l'inclinaison superficielle reste partout inférieure à 45°. On opèrera de façon analogue à ce qui a été fait dans le second cas : on tracera (fig. 31) sur un papier transparent, à une échelle théoriquement arbitraire (mais que l'expérience pratique permet-

tra de choisir peu différente de celle à déterminer), la longueur horizontale L, aux extrémités de laquelle on portera les grandeurs de H et de h. On joindra les sommets de H et h, puis le sommet de H au pied de h, et l'on mènera une série de parallèles à la ligne des sommets, suffisamment rapprochées pour assurer une précision convenable à la recherche suivante, et arrêtées d'une part à l'ordonnée h et d'autre part à la droite qui joint le sommet de H au pied de h. En portant le transparent sur l'épure de manière que la ligne des abscisses de l'un reste superposée à celle de l'autre, on cherchera la position pour laquellle les extrémités d'une des parallèles se trouvent toutes deux sur la courbe superficielle de l'épure. Cette position repérée servira, comme dans le cas précédent, à déterminer les valeurs et positions relatives de y_0, h et H, et l'échelle absolue qui convient au cas considéré.

Ici encore les calculs serviront à vérifier si le débit calculé pour les sections d'entrée (H), de sortie (h), pour la section fictive (y_0) ou pour toute autre section mesurée à l'échelle déterminée, reste constant.

Cas où l'on produit brusquement une dénivellation plus ou moins importante dans le réservoir d'aval. — 1° La nappe était en état d'équilibre statique.

a) La dénivellation est justement telle que, lorsque le mouvement sera devenu permanent, l'inclinaison de la nappe sera à 45° dans la section de sortie (fig. 32).

Au premier instant, l'élément supérieur de la section aval ainsi que tous ceux compris dans cette même section entre les hauteurs H et h, prendront une inclinaison à 45°. Sur la hauteur h, l'écoulement se fera dès l'origine comme quand il sera devenu permanent.

Le débit de l'origine sera donc $Q = \mu . h \times 0.81831 + \frac{1}{2} \mu (H - h)$.

Il ira en décroissant à mesure que s'épuisera le volume d'eau compris entre la courbe superficielle du mouvement permanent et le niveau statique, ce volume ne se renouvelant pas; et finalement il se réduira à : $Q = \mu . h \times 0.81831$.

b) La dénivellation est plus grande que dans le cas précédent. — On conclut, de ce qui précède, que les choses se passeront comme

dans le cas précédent, à la différence, bien entendu, qu'il faudra prendre y_0 pour hauteur d'eau dans la section de sortie du filtre au lieu de h (fig. 33). Les valeurs de Q_0 et Q seront donc ici :

$$Q_0 = \mu . y_0 \times 0.81831 + \frac{1}{2} \mu (H - y_0).$$

et
$$Q = \mu y_0 \times 0.81831.$$

c) La dénivellation est moindre que dans le 1er cas. — On se rend facilement compte (fig. 34) qu'au premier instant l'inclinaison à la sortie atteint 45° pour toute la hauteur H — h du débouché à l'air libre et le débit Q_0 est donné par :

$$Q_0 = \mu . h . 0.81831 + \frac{1}{2} \mu (H - h).$$

Le débit va en diminuant, mais cette diminution peut être divisée en deux périodes : dans la première, qui dure jusqu'à ce que la surface supérieure se soit abaissée au niveau pour lequel elle affleure le niveau d'aval, mais que l'angle au droit de la section de sortie est encore 45° (courbe AB de la fig. 34), le débit reste supérieur à $Q_1 = \mu . h. 0.81831$, pour finir par lui devenir égal. Ensuite, il continue encore à décroître et ne devient permanent que quand la courbe superficielle se sera abaissée de manière à passer par le sommet de la section d'entrée. Le débit se déterminera alors comme cela a été développé plus haut pour ce cas. Il sera devenu : $Q = \mu . y_0 \times 0.81831$; y_0, non réalisé dans le filtre, ayant une valeur moindre que h.

2° *La nappe était déjà en mouvement. On a augmenté la dénivellation.* — On reconnaît que le débit final se détermine comme dans le cas précédent et qu'il passe du primitif au final dans des conditions analogues à celles envisagées, selon les circonstances.

On peut se proposer de déterminer, μ étant connu, le temps qu'il faudra pour passer du débit initial au débit permanent. Ce problème revient à déterminer le temps qui se passera pour qu'avec le débit variable de Q_0 à Q on épuise le volume d'eau que peut abandonner la partie du sable composant le filtre qui sera asséchée (ou plutôt désaturée) quand le mouvement sera devenu permanent. Mais, pour tenir compte des faits, il faudrait

que l'on ait déterminé non seulement la valeur de μ , mais aussi le volume relatif de liquide que le sable abandonne immédiatement par la filtration ou l'infiltration, laissant de côté celle qui ne s'échappe qu'ensuite et très lentement, par égouttement, et celle qui reste adhérente au grain de sable et ne peut s'égoutter. Nous ne nous occuperons pas pour le moment de ces questions.

Cas où le filtre horizontal est comparable à un puits établi au centre d'une île circulaire. — Appelons encore h la hauteur d'eau dans le puits (supposé pénétrer jusqu'au fond horizontal du filtre) et H la hauteur de l'eau, au-dessus du même fond horizontal, à l'extérieur de l'île. L'inclinaison maximum que pourra prendre la surface de la nappe sera encore de 45°. Par raison de symétrie, elle sera évidemment dirigée suivant le plan méridien passant par l'axe du puits et le point considéré. Si h se trouve égal à la valeur y_0 pour laquelle on a le débit maximum possible, le débit, pour la surface d'écoulement de la paroi du puits dont nous appellerons r le rayon, sera donnée par la formule

$$Q = \mu \, . \, h \, . \times 2 \, \pi \, r \times 0.81831$$

A la distance R de l'axe du puits, le débit à travers la section cylindrique, dont la surface est $2 \, \pi \, R \times y$, est donné par la formule :

$$Q = 2 \, \pi \, R \, . \, y \times \mu \, (f \, . \, \alpha).$$

En égalant ces deux valeurs du même débit, il vient :

$$y = h \frac{0.81831 \, r}{(f \, \alpha) \times R}$$

D'autre part, rien ne différenciant ce cas de celui précédemment étudié pour ce qui concerne les valeurs des composantes verticales et horizontales de la vitesse superficielle ou fonction de l'angle α, on peut encore poser :

$$x = (y = h) \frac{1 + \operatorname{cotg} \alpha}{2}$$

c'est-à-dire que le tracé de la courbe correspondant à ce cas peut s'obtenir en réduisant les ordonnées de celle qui a été tracée précédemment dans le rapport variable de r à R.

De cette remarque on doit conclure que, pour obtenir un même débit par un puits que par une galerie d'une certaine longueur, on doit ou bien y abaisser considérablement le niveau et par suite augmenter la hauteur à laquelle la pompe doit élever l'eau qu'elle puise, ou bien donner un grand développement à ses parois dans la partie où elles plongent dans la nappe aquifère (ce qu'on obtient par augmentation du diamètre ou mieux par creusement de galeries branchées dans le bas du puits), ou encore en multipliant les puits de faible diamètre.

L'analogie des équations a pour conséquence que l'étude des questions que comporte le cas qui nous occupe ressemble à celle qui a été faite plus haut en distinguant les trois conditions qui peuvent se réaliser en ce qui concerne la valeur de h, à savoir h égal à y_0, ou plus petit, ou plus grand que cette ordonnée.

Il en est de même pour l'étude des questions qui peuvent se poser lorsqu'un puisage brusque abaisse instantanément le niveau de l'eau dans le puits.

Le rapport $\frac{r}{R}$ entrant dans la relation entre y et y_0, une épure différente paraît nécessaire pour chaque valeur de r ; mais il n'en est rien, une épure unique peut être appropriée à tous les cas par des changements d'échelle.

L'auteur laisse aussi au lecteur le soin d'étudier les cas où le fond du puits se trouve à une certaine hauteur au-dessus du fond horizontal du filtre en s'inspirant de ce qui va suivre.

Cas où le fond du réservoir d'aval est à une certaine hauteur au-dessus du fond du filtre. — Lorsque le mouvement permanent se sera établi, les circonstances se présenteront comme suit : le niveau de la surface de l'eau du réservoir d'aval étant considéré comme parfaitement horizontal, il en résulte que théoriquement, sous le fond de ce réservoir, la circualation dans le sable peut être considérée comme nulle. Dans la section d'entrée, la tangente à l'origine du filet supérieur fait un angle α_L avec l'horizontale, afin de prendre la vitesse qui correspond à la valeur de $\frac{dy}{dx} = tg\alpha_L$; le filet inférieur, prenant la direction indiquée sur la figure 35, fait un angle β_L avec l'horizontale, au-dessus de celle-ci. Les filets intermédiaires passent graduellement d'une inclinaison à l'autre.

Il s'en trouve donc un dont la trajectoire est horizontale. Si la distance Δ est suffisamment grande, β sera plus petit que α_L; par suite entre le filet à trajectoire horizontale et celui du fond, il s'en trouvera un qui fait, avec l'horizontale, mais au dessus de celle-ci l'angle α_L.

Pour une certaine valeur de Δ, on aura $\beta_L = \alpha_L$, ce qui est représenté dans la fig. 36. Alors, par raison de symétrie, le filet horizontal se trouvera passer à mi-hauteur de h, ce qui conduit à admettre $\Delta = Z$.

Pour une valeur de Δ moindre encore, β_L sera plus grand que α_L. Ce cas, ou $\Delta <$, Z est représenté fig. 37.

Lorsque $\beta_L = \alpha_L$, c'est-à-dire $Z = \Delta$, on a évidemment, par raison de symétrie, $y_e = \frac{1}{2}$ H et $y_s = \frac{1}{2} h$. Le débit est donné par la formule :

$$Q = 2 \mu \, tg \, \alpha_L \int_o^H du \, . \cos^2 \theta$$

et les déterminations ne sont pas plus compliquées que dans le cas où le fond du filtre est la continuation du fond du réservoir d'aval.

Lorsque $\Delta >$ ou $< z$, l'indétermination est plus grande et a pour résultat qu'il faudra plus de tâtonnements pour arriver à formuler le débit dans chaque cas : on commencera par chercher à déterminer la profondeur à laquelle se trouve le filet horizontal en admettant que les trajectoires des filets s'établissent symétriquement en dessous et au-dessus de cette horizontale, ce qui nécessitera un certain nombre de tâtonnements, puisqu'il faudra faire diverses hypothèses successives sur le rapport des hauteurs y et $H - y$ au-dessus et au-dessous de l'horizontale.

Pour faciliter ce travail nous avons dressé l'épure fig. 24, qui permet de déterminer en grandeur et en direction les vitesses réelles et leurs composantes horizontales et verticales à toutes les hauteurs de la section pour laquelle α égale 45°.

Cette figure montre la loi de décroissance des vitesses avec la profondeur et fait voir que lorsque le mouvement est permanent (si, bien entendu, les choses sont telles que le niveau dans le réservoir d'aval est constant et la surface parfaitement horizontale)

il existe une profondeur à laquelle la vitesse devient nulle, et que cette profondeur (la relation $\frac{\theta}{\alpha} = \frac{u}{y}$ étant supposée exacte dans toute l'étendue) est égale à trois fois celle à laquelle se trouve la vitesse horizontale.

On reconnaît immédiatement que la valeur de Q, lorsque $\Delta = Z$, c'est-à-dire $y_0 = \frac{1}{2} h$ et $Y = \frac{1}{2} H$, est encore

$$Q = 0.81831 \, \mu \, . \, h \, .$$

Lorsque $\Delta > Z$ et qu'on a $Y = \frac{1}{3} H$ et $y_0 = \frac{1}{3} h$, on a :

$$Q = 2 \times \frac{h}{3} \times 0.81831 \, \mu + \frac{h}{3} \frac{tg\,\alpha}{\alpha} \left(\frac{\theta}{2} + \frac{\sin 2\,\theta}{4} \right)_{45^{\circ}}^{90^{\circ}}$$

$$\text{ou} \quad Q = \mu \frac{h}{3} (2 \times 0.81831 + 0.1817) = 0.60611 \, h \, . \, \mu \, .$$

Cas d'un filtre à fond incliné contenant une nappe libre. — Nous avons déjà traité le cas du mouvement uniforme, pour lequel $H = h$, fig. 19, 20, 21.

Deux autres cas peuvent se présenter : 1° $H > h$, 2° $H < h$.

1°. Dans le premier cas, les considérations déjà exposées sur la variation des vitesses et des sections font reconnaître que la courbe superficielle sera convexe vers le haut, et que, dans le second, elle sera concave, fig. 38 et 39. De plus, si l'on trace les lignes droites AB, qui donne l'inclinaison moyenne, et AC, parallèle au fond, qui représente la surface de l'eau quand $h = H$ (mouvement uniforme sous la hauteur H), le même raisonnement aboutira à conclure que la courbe superficielle se trouve entièrement dans l'angle formé par AB et AC, ou tout au moins que l'inclinaison à l'origine est comprise entre celles de ces deux droites.

Considérons une section verticale quelconque dont les coordonnées x et y sont notées sur les figures 38 et 39, on aura, par le même raisonnement qui a été tenu pour le filtre à fond horizontal :

$$Q = \mu \, tg\,\alpha \int_{\beta}^{\alpha} \cos^2 \theta \, . \, du$$

Reste à déterminer la relation entre u et θ. Pour y arriver, supposons d'abord qu'en chaque point de l'ordonnée y, u étant la portion de y comprise entre ce point et le fond incliné, on puisse écrire :

$$\frac{\theta - \beta}{u} = \frac{\alpha - \beta}{y} \text{ ou } \frac{\theta - \beta}{\alpha - \beta} = \frac{u}{y}$$

d'où

$$\theta = u\frac{\alpha - \beta}{y} + \beta \qquad (1)$$

Pour $u = o$ on en tirera $\theta = \beta$, ce qui est exact.

Pour $u = y$ on en tirera $\theta = \alpha$, ce qui est également vrai.

Pour un point intermédiaire, la vitesse $\mu\, tg\, \alpha \cos \theta$ pourra s'écrire

$$\mu\, tg\, \alpha \cos\left(u\frac{\alpha - \beta}{y} + \beta\right)$$

la composante horizontale :

$$\mu\, tg\, \alpha \cos^2\left(u\frac{\alpha - \beta}{y} + \beta\right)$$

et la verticale

$$\mu\, tg\, \alpha \sin\left(u\frac{\alpha - \beta}{y} + \beta\right) \cos\left(u\frac{\alpha - \beta}{y} + \beta\right)$$

De la relation (1) on tire par différenciation :

$$\frac{d\theta}{du} = \frac{\alpha - \beta}{y} \qquad d\,\theta = \frac{\alpha - \beta}{y} du \qquad du = \frac{y\, d\theta}{\alpha - \beta}$$

Par suite :

$$Q = \mu \frac{y}{\alpha - \beta} \int_\beta^\alpha tg\, \alpha \cos^2 \theta\, d\,\theta = \mu \frac{y\, tg\, \alpha}{\alpha - \beta} \int_\beta^\alpha \cos^2 \theta\, d\,\theta$$

$$Q = \mu \frac{y\, tg\, \alpha}{\alpha - \beta}\left[\frac{\theta}{2} + \frac{\sin 2\,\theta}{4}\right]_\beta^\alpha = \mu \frac{y\, tg\, \alpha}{\alpha - \beta}\left[\frac{\alpha - \beta}{2} + \frac{\sin 2\,\alpha - \sin 2\,\beta}{4}\right]$$

ou

$$Q = \mu\,.\,y\,.\,tg\,\alpha\left(1 + \frac{\sin 2\,\alpha - \sin 2\,\beta}{2\,(\alpha - \beta)}\right)$$

Lorsque $\alpha = 45^o$, la valeur de Q devient :

$$Q = \frac{1}{2}\mu\, y_0\left(1 + \frac{1 - \sin 2\,\beta}{2\,(\alpha - \beta)}\right) = \frac{1}{2}\mu\, y_0\left(1 + \frac{1 - \sin 2\,\beta}{90^o - 2\,\beta}\right)$$

En égalant ces deux valeurs de Q, il vient :

$$y = y^o \frac{2\,(\alpha - \beta)\text{ arc }(90^o - 2\,\beta)}{\text{arc }(90^o - 2\,\beta)\,[2\,(\alpha - \beta) + \sin 2\,\alpha - \sin 2\,\beta]\, tg\,\alpha}$$

Valeur de x. — Les relations entre les composantes verticale et horizontale de la vitesse superficielle n'ayant pas changé, le raisonnement qui a conduit à adopter la formule :

$$x = \frac{1}{2} Z_m \ (1 + \text{cotg}\ \alpha_m),$$

continue à subsister.

Mais il faut remarquer qu'ici Z_m n'est plus $y - y_0$, et il faut séparer les deux cas, l'un caractérisé par $H > h$, l'autre par $H < h$.

Dans le 1er cas on a, fig. 40 : $Z_m = y + x\,tg\,\beta - y_0$

Donc

$$x = \frac{1}{2} (y - y_0 + x\,tg\,\beta)\ (1 + \text{cotg}\ \alpha)$$

d'où

$$x = \frac{1}{2} (y - y_0) \frac{1 + \text{cotg}\ \alpha}{1 - \frac{1}{2}\, tg\,\beta\ (1 + \text{cotg}\ \alpha)}$$

Cette valeur dépendant de celle de β, il y a donc une courbe différente pour chaque valeur de β.

Si $\beta = o$, $Q = \frac{1}{2}\,\mu\, y^0 \left(1 + \frac{1}{\text{arc } 90^0}\right)$, formule trouvée antérieurement.

Si β croît, la valeur de Q va en diminuant.

Pour $\beta = 45^0$, fig. 41, elle devient $Q = \frac{1}{2}\,\mu\, y_0$.

Comme la figure 41 le fait voir, c'est un cas particulier de mouvement uniforme étudié précédemment : la ligne superficielle est devenue indépendante de la hauteur d'aval h, et il y a chute. Les discussions de cas qui se sont présentés précédemment dispensent de s'étendre plus longuement sur celui-ci.

Entre les cas de la fig. 40 et celui de la fig. 41, il doit, pour des valeurs particulières de H, h et L, y en avoir un pour lequel la valeur de β, plus petite que 45^0, correspond à une ligne superficielle convexe vers le haut en passant à la hauteur h dans la section de sortie, fig. 42 ; c'est évidemment, d'après ce qui précède, celui pour lequel $y_0 = h$ avec $\alpha = 45^0$.

Pour β encore plus grand que 45^0, les circonstances qui se présentent pour le cas de $\beta = 45^0$ se produiront *à fortiori*, fig. 43.

2e cas. — Etudions maintenant ce qui se passe quand on a $h > H$.

Ici, α va en décroissant de l'amont à l'aval et il est au plus égal à β.

S'il peut atteindre β en un point D à l'intérieur du filtre, fig. 44, il reste constant vers l'amont et, dans la partie AD correspondante du filtre, le mouvement est uniforme.

Ce point D peut aussi se trouver justement dans la section d'entrée, fig. 45.

Enfin, il peut ne pas se trouver dans l'intérieur du filtre, fig. 46 ; mais alors il y a une position fictive à l'extérieur.

On peut poursuivre cet examen intéressant par une discussion des équations, transformées pour ce cas, en faisant des hypothèses sur la valeur de β, depuis 0 jusqu'au delà de 45°. Pour ne pas donner à ce travail un développement exagéré, nous en laisserons le soin au lecteur.

Parmi les questions qu'on peut encore se poser à propos de l'écoulement de l'eau à travers les filtres homogènes inclinés, nous ne ferons que mentionner ici celle qui se rapporte à l'hypothèse que l'écoulement aboutit à l'aval, non dans un réservoir de même largeur, mais dans une ouverture cylindrique verticale, ou puits, de rayon r, qui recueille tout ou partie du débit, étant interposée sur le trajet d'une partie des filets liquides. Cette question sera d'ailleurs plus utilement posée à l'occasion de l'écoulement et du captage des eaux souterraines.

Filtre non homogène, à stratification 1° *horizontale*, 2° *verticale*, 3° *oblique, et à circulation oblique ou horizontale.* — Pour terminer les questions se rapportant aux filtres artificiels, nous dirons encore quelques mots de ceux qui seraient formés de couches d'épaisseurs régulières, constituées par des sables de grosseurs différentes.

Nous avons vu que pour l'infiltration et la filtration dans le sens vertical à travers plusieurs couches distinctes, on peut arriver à déterminer les vitesses, les débits et les pressions.

Pour la filtration dans une direction horizontale ou oblique, on pourra probablement arriver à établir, en se guidant sur ce qui a été exposé précédemment, des formules de vitesses, de pressions, de débits. Ce travail sera nécessairement laborieux. Pour le moment, nous ne faisons que mentionner ces problèmes, faute de temps pour les résoudre actuellement et afin de ne pas retarder la publication du travail qui précède.

———

DEUXIÈME PARTIE

FILTRES NATURELS.

Dans le but de se procurer une eau plus claire et plus pure que celle qu'on puiserait directement dans un réservoir naturel (étang ou lac) ou un cours d'eau, on établit quelquefois, dans leur voisinage, des puits ou des galeries de captage.

En général, le terrain que l'eau devra traverser est un complexe de gravier mélangé de sable, dont la composition peut être considérée comme plus ou moins régulière au point de vue qui nous occupe, c'est-à-dire qu'à cette composition de la roche meuble filtrante correspond une valeur de μ peu variable dans l'étendue en surface et en hauteur à travers laquelle filtrera l'eau mise en mouvement vers le captage.

Galeries. — Le cas qui se présente le plus souvent est celui d'une galerie parallèle à la rive d'un lac ou d'un cours d'eau. En général, les choses se passent comme l'indique la fig. 47, c'est-à-dire qu'une des parois de la galerie recueille les eaux du lac ou du cours d'eau dans les conditions étudiées pour les filtres artificiels, tandis que l'autre reçoit les eaux souterraines provenant des infiltrations pluviales ayant pénétré et circulant dans le sol de ce côté de la galerie en se dirigeant vers le cours d'eau, et auxquelles s'ajoutent, tout au moins lorsque les prises d'eau au captage fonctionnent avec une certaine intensité, des eaux de la rivière qui pénètrent dans le sol à distance du captage, soit en amont seulement, pour certains cours d'eau, soit en amont et en aval, pour d'autres à moindre pente et surtout pour les lacs.

Les débits à obtenir par la première paroi envisagée, selon que l'on abaisse plus ou moins le niveau de l'eau dans la galerie, peuvent se déterminer avec plus ou moins d'approximation en se basant sur les résultats relatifs aux filtres artificiels qui viennent d'être présentés.

Pour l'autre paroi, il faut tenir compte de ce qui sera exposé ci-après à propos de la circulation des eaux souterraines provenant d'infiltrations pluviales.

Puits. — Au lieu d'une galerie parallèle à la rive de la pièce d'eau, on a quelquefois établi, sur un alignement également parallèle, une série de puits plus ou moins distants l'un de l'autre.

Préalablement à tous calculs, en outre de la reconnaissance de la valeur filtrante de la roche meuble, il conviendra de relever le profil de la nappe sur une étendue assez grande, tant dans le sens parallèle que dans le sens perpendiculaire aux rives, et alors, en se basant sur ce qui a été établi pour les puits ménagés dans un filtre artificiel, combiné avec ce qui sera exposé au sujet du débit des nappes aquifères, on arrivera à établir, d'une façon assez approximative pour la pratique, ce qu'on pourra tirer du travail de captage que l'on projette.

Le cas le plus simple que l'on peut imaginer, mais qui ne se rencontre que très exceptionnellement, est celui où le travail de captage est contitué par un puits établi au centre d'une île d'une étendue assez réduite pour qu'on n'ait pas à tenir compte de l'alimentation de la nappe par les apports pluviaux. Pour ce cas spécial, les études qui précèdent peuvent suffire à la détermination du produit à retirer de l'installation, à guider l'ingénieur dans les dispositions et dimensions à donner à celle-ci.

TROISIÈME PARTIE

EAUX SOUTERRAINES PROVENANT D'INFILTRATIONS PLUVIALES. EXPOSE PRELIMINAIRE.

Rappelons en quelques mots comment se forment les nappes aquifères qui trouvent leur origine dans les précipitations pluviales.

La hauteur annuelle de pluie diffère considérablement d'une région à l'autre. Dans la Belgique centrale, on peut admettre 0 m. 70 comme moyenne, et la fraction qui s'infiltre dans le sol, pour la plus grande partie pendant la période froide (automne, hiver et commencement du printemps), peut être estimée de 1/5 à 1/4 dans les régions à sol argilo-sableux fin, et du 1/4 à la moitié environ lorsque le sol est très perméable (sable pur) comme dans une grande partie de la Campine.

L'infiltration de cette eau se produit conformément aux lois exposées ci-avant dans la théorie des filtres verticaux, c'est-à-dire qu'elle est plus ou moins rapide selon la plus ou moins grande perméabilité des couches traversées. Si, par exemple, des couches peu perméables succèdent à des couches très perméables et sont suivies elles-mêmes de couches douées d'une grande perméabilité, il arrivera que les eaux qui s'infiltrent à travers la première, retardées dans leur descente à la rencontre de la deuxième, forment momentatnément une nappe au-dessus de celle-ci, où l'eau se trouvera en charge et circulera dans les conditions de la filtration (voir filtres à couches hétérogènes). Cette situation se présentera chaque année, pendant certaines périodes, à la suite des fortes précipitations. La roche sous-jacente, plus facile à traverser, jouera le rôle de drain, la charge pouvant même devenir négative sous la couche peu perméable. Finalement, ces eaux d'infiltration atteignent la surface des eaux souterraines qui, alimentées ainsi de façon continue et avec plus ou moins d'abondance selon les saisons, doivent toujours se mettre en mouvement vers un exutoire naturel.

Cet exutoire, qui fixe l'altitude et les dimensions de la section extrême d'aval d'écoulement du courant, peut être constitué par les berges d'un cours d'eau, d'un lac, d'une mer. Exceptionnellement il est localisé, étant formé par l'échancrure d'une roche imperméable redressée, qui peut se présenter dans certains cas à la façon d'un déversoir plus ou moins étendu. Dans l'un comme dans l'autre cas, si, en aval, l'écoulement se continue souterrainement, le débit peut se réunir au courant d'une nappe qui sera ainsi alimentée à la fois par infiltration directe d'eaux pluviales et par le courant souterrain d'amont. Mais les circonstances se présentent rarement ainsi ; d'ordinaire l'échancrure ou le déversoir est l'origine d'un cours d'eau superficiel ou souterrain.

Quand la surface du sol est constituée par un terrain tout à fait imperméable sur lequel ruissellent toutes les précipitations fluviales, il n'existe pas de nappe phréatique. Mais si, sous une couche arable plus ou moins épaisse, se trouve une roche meuble ou une roche massive fissurée, une certaine épaisseur de ce terrain sera saturée d'eau jusqu'à un niveau toujours supérieur à celui de la mer et cette eau filtrera dans la roche meuble ou circulera dans les fissures de la roche clastique.

Dans le cas où l'eau qui s'infiltre en tendant vers la profondeur est arrêtée par une couche pratiquement imperméable peu profonde, la nappe aquifère, qui se forme sur ce support imperméable, sera relativement superficielle, quelle que soit l'altitude du sol.

Quand le terrain est très perméable jusqu'à grande profondeur et que le débouché du courant des eaux souterraines a lieu dans un cours d'eau dont le niveau est peu élevé au-dessus de celui de la mer, son aboutissement final, la nappe ne s'élèvera pas considérablement au-dessus du niveau du cours d'eau et la profondeur à laquelle il faudra creuser pour l'atteindre sera d'autant plus grande que le relief du sol sera plus accentué.

Les quantités d'eau qui pénètrent dans le sol aux différentes saisons étant très variables, le niveau de la nappe est sujet à des fluctuations dont l'importance doit être en rapport avec la capacité hydrique du terrain meuble ; elles seront inversement proportionnelles au volume d'eau que la roche peut abandonner, sous l'action drainante, par unité de volume.

D'autre part, si les eaux qui s'infiltrent rencontrent successivement des couches de perméabilités différentes, leur arrivée à la nappe subit des retards qui ont pour première conséquence le défaut de synchronisme des fluctuations du niveau et des fortes précipitations pluviales et, quand la nappe est profonde, il peut arriver qu'une couche intermédiaire peu perméable retienne suffisamment l'eau qui s'est infiltrée pour déterminer la formation d'une réserve et que la traversée de cette couche ait toujours lieu en charge. On conçoit que, si cette couche peu perméable a une certaine épaisseur, le débit d'infiltration se régularise presque complètement avant l'arrivée à la nappe, qui, dans ce cas, ne subit que des fluctuations très réduites.

En Hesbaye, les eaux qui s'infiltrent d'abord à travers un limon assez rétentif traversent souvent ensuite un sable très perméable, mais rencontrent alors une argile à silex peu perméable qui régularise l'arrivée à la nappe contenue dans les fissures de la craie sous-jacente et il en résulte que, tout au moins dans certaines régions, on ne constate que de faibles variations du niveau de cette nappe, même à grande distance des émergences des sources. Or, on verra plus loin que l'amplitude des fluctuations doit augmenter avec la distance de l'exutoire.

Ces préliminaires exposés, étudions les circonstances du mouvement des eaux souterraines dans les terrains meubles.

Nous supposerons que, pendant les périodes que nous considérons, la nappe est alimentée uniformément à raison de p m³ par mètre carré et par 24 heures, et que le régime est établi, c'est-à-dire que le mouvement des eaux souterraines est devenu permanent.

Nous l'avons déjà dit, si les couehes que les infiltrations doivent traverser sont très perméables ou de peu d'épaisseur, les fluetuations de la nappe seront eontinuelles et quelquefois très importantes. L'alimentation uniforme de la nappe ne pourra done être admise que pour des périodes de peu de durée et, si l'on veut étudier les débits de la nappe pendant le cours d'une année, il faudra le faire en tenant eompte de la façon dont elle est alimentée aux différentes saisons. Ce n'est donc que dans les rares cas où, par suite de l'existence de causes retardatriees, l'alimentation de la nappe est suffisamment régularisée pour pouvoir être eonsidérée eomme uniforme pendant toute l'année, que l'on pourra se dispenser d'entrer dans le détail de eette étude.

I. — Cas où le terrain arénacé constituant la roche aquifère repose sur une roche imperméable régulièrement inclinée.

Nous allons d'abord ehereher si un mouvement uniforme peut s'établir dans ces eirconstances.

Supposons que la ligne OA, fig. 48, faisant l'angle β avec l'horizontale, représente le toit régulièrement incliné de la roche imperméable. O est supposé former le sommet d'un anticlinal aigu, de façon que les eaux qui s'infiltrent à gauche de ce point n'interviennent pas dans l'alimentation de la nappe que nous considérons. Alors le débit de cette nappe au point O est nul. Cherchons dans quelles circonstances la surface de la nappe s'établira suivant une droite OB que nous supposerons d'abord aboutir au niveau de la surface d'une nappe d'eau à ciel ouvert s'étendant en profondeur jusqu'à la couche imperméable. Désignons par α l'angle de OB avee l'horizontale, par L la distanee horizontale de O à B,

par Z la pente totale de OB et par Y la hauteur d'eau de B, et faisons $Z + Y = M$. Pour que le régime permanent soit établi, il faut que le débit des eaux souterraines soit en tous points égal à la quantité d'eau infiltrée à l'amont pendant l'unité de temps. Or, sur la longueur x d'une bande de terrain de largeur égale à l'unité, le volume qui s'infiltre pendant l'unité de temps est px, et il est pL sur la longueur L. Nous désignerons encore par μ la vitesse d'infiltration dans la couche aquifère à travers laquelle filtre la nappe.

On peut admettre comme évident que, dans l'hypothèse où nous nous sommes placé, l'écoulement se fera par lames parallèles au fond. Voyons quelles seront les relations entre les vitesses et les hauteurs d'eau quand la ligne des charges OB sera une droite : Sur la longueur Δx la charge motrice est Δy, fig. 47, et la charge unitaire $\frac{\Delta y}{\Delta x}$. L'épaisseur de filtre traversée est Δt (et non Δs), ou $\frac{\Delta x}{\cos \beta}$. La vitesse constante en tous points est donc $\mu \frac{\Delta y}{\Delta t} = \mu \frac{\Delta y \cos \beta}{\Delta x} = \mu \, tg\, \alpha \cos \beta$. Sa composante horizontale, normale à la section verticale et qui par conséquent détermine le débit, est $\mu \frac{\Delta y}{\Delta x} \cos^2 \beta = \mu \, tg\, \alpha \cos^2 \beta$. Le débit dans une section de hauteur y située à la distance x de l'origine O peut donc s'exprimer par :

$$\mu \,.\, tg\, \alpha \,,\, \cos^2 \beta \,.\, y = p \,.\, x$$

et, à la distance L, par : $\mu \, tg\, \alpha \,.\, \cos^2 \beta \, Y = p \,.\, L$.

A $tg\, \alpha$ et $\cos \beta$ on peut substituer leurs valeurs en fonction des données L et M, et de Y et M : $tg\, \alpha = \frac{Z}{L} = \frac{M - Y}{L}$; $\cos \beta = \frac{L}{\sqrt{L^2 + M^2}}$; $M = Y + Z$; $M^2 = Y^2 + Z^2 + 2\,YZ$; en posant en outre $L^2 + M^2 = T^2 = \overline{QA}^2$, il vient :

$$Y = \frac{M}{2} \pm \sqrt{\frac{M^2}{4} - \frac{p}{\mu} T^2}$$

Pour que la ligne des charges rectilignes puisse se réaliser, il faut que $\frac{M^2}{4} \geqslant \frac{p}{\mu} T^2$, car sans cela la valeur sous le radical serait négative et celle de Y imaginaire.

La condition ci-dessus peut s'écrire : $\frac{M^2}{T^2} \geqslant \frac{4p}{\mu}$ ou, comme $\frac{M}{T} = \sin\beta$: $\sin\beta \geqslant \sqrt{\frac{4p}{\mu}}$, c'est-à-dire que ce n'est qu'à partir d'une valeur minimum de β, variable avec les valeurs relatives de p et de μ, que les circonstances du mouvement uniforme peuvent s'établir.

En particulier, s'il se fait que $\sin\beta = \sqrt{\frac{4p}{\mu}}$, on a pour Y la valeur :

$$Y = \frac{1}{2} M.$$

Nous résumerons ce qui précède en disant : Pour que les circonstance du mouvement uniforme puissent s'établir dans une nappe aquifère, il faut à la fois que le support imperméable soit incliné sous un angle β dont la valeur minimum peut être déterminée, et qu'une hauteur d'eau imposée Y soit réalisée et maintenue au débouché. Alors, la hauteur d'eau y à la distance x de l'origine amont de la nappe sera donnée par la relation simple :

$$\frac{y}{Y} = \frac{x}{L}$$

Mouvement varié. — Si, dans le réservoir servant d'exutoire, la hauteur d'eau h est inférieure à Y ou lui est supérieure (dans le second cas nous la désignerons par H), le mouvement sera varié.

Si nous supposons $h < Y$, nous aurons à envisager encore trois cas différents :

1° Le débit pL dans la section de sortie se réalisera sous l'angle de 45°, c'est-à-dire que la formule du débit

$$\mu h \int_{\beta}^{\alpha} f(\theta, \beta)\, d\theta = p\, L \qquad (1)$$

ne se vérifiera que par la valeur $\alpha = 45°$.

La courbe superficielle partira de la hauteur h d'aval, sous l''inclinaison de 45° ; elle présentera sa convexité vers le haut, pour se raccorder tangentiellement en O avec la droite OB qui joint le point O avec le sommet de Y, fig. 50.

2° La relation (1) ci-dessus est satisfaite par une valeur de α moindre que 45°. L'allure de la courbe sera analogue à celle de

la fig. 50, à part que l'angle de la tangente à l'extrémité aval sera celui fourni par la formule ; la hauteur fictive qui donnerait l'angle $\alpha = 45^o$ serait au delà de la section de sortie.

3° La relation (1) ne devient une identité pour aucune valeur de α. C'est alors, fig. 51, que la hauteur y_L dans la section de sortie du terrain-filtre est supérieure à la hauteur h dans le réservoir, tout en étant inférieure à Y. On posera donc :

$$\mu\, y_L \times \int_\beta^{\alpha = 45^o} f(\theta, \beta)\, d\theta = p\, L$$

d'où l'on déduira facilement la grandeur de Y_L et la courbe superficielle, partant à l'aval de cette hauteur Y_L sous une inclinaison de 45°, ira encore se raccorder en O avec la droite OB du mouvement uniforme.

Si la hauteur maintenue à l'aval est $H > Y$ (fig. 52), on introduira cette valeur H dans la formule (1) et l'on en déduira celle de α, qui sera nécessairement inférieure à celle de l'angle OB avec l'horizontale. La courbe, partant de l'aval sous l'inclinaison α ainsi déterminée, présenterait nécessairement sa concavité vers le haut pour se raccorder en O avec la droite OB. Cependant, si l'on va jusqu'à supposer $H = M$, on obtient la fig. 53, qui montre que dans ce cas, l'écoulement des eaux d'infiltration nécessitant l'existence d'une pente vers B, il se produira, comme conséquence, une contre-pente vers O, et une partie des eaux s'écoulera par déversement au-dessus de ce point. On peut conclure de cette remarque que, dès que H dépasse Y, au lieu que l'hypothèse de la concavité de la courbe vers le haut se réalise, il y a commencement de déversement et la convexité reste tournée vers le ciel.

Cas où $\sin^2 \beta < \frac{4\,p}{\mu}$. — Puisque, pour que la valeur de Y soit réelle, c'est-à-dire pour que le mouvement uniforme puisse se réaliser, il faut $\sin^2 \beta \geqslant \frac{4\,p}{\mu}$, on peut se demander ce qui arrive quand cette condition n'est pas satisfaite. Considérons donc, fig. 54, un cas où l'angle β est suffisamment petit pour que $\sin \beta < \frac{4\,p}{\mu}$. Soit h la hauteur de l'eau dans le réservoir où la nappe débouche. Le débit dans la section de sortie est pL. Pour avoir l'inclinaison à la surface dans cette section, on posera :

$$\mu h \cdot \int_{\beta}^{\alpha} f(\theta, \beta)\, d\theta = p\,L$$

qui permettra de déterminer la valeur de α, à moins que cette relation ne puisse être satisfaite par aucune des valeurs de α, qui doivent être comprises entre o et 45°. Dans le cas où l'on trouve pour α une valeur $\leqslant$ 45°, c'est que h est la hauteur de sortie, dans le filtre, et l'allure de la nappe est représentée par la figure 54. Sinon, la hauteur dans la section de sortie du filtre est plus grande que h, Appelons-la Y. Elle sera donnée par la formule :

$$\mu Y \cdot \int_{\beta}^{\alpha = 45^\circ} f(\theta, \beta)\, d\theta = p\,L$$

dans laquelle on a attribué à α la valeur 45°. Il y aura chute à la sortie et l'allure de la nappe est représentée par la figure 55.

Si le mouvement uniforme ne peut s'établir parce que l'inclinaison β est trop faible étant données les valeurs de p et de μ, la surface de la nappe comportera un élément horizontal qui fixera le point de partage. Il sera d'autant plus distant de O que h sera plus grand. C'est ce que montre le tracé pointillé de la fig. 54. Mais il en résulte que la valeur donnée à p L dans les formules ci-dessus est trop grande, la longueur L se trouvant réduite de toute la distance comprise entre le point O et l'ordonnée qui correspond à la tangente horizontale. Et l'on peut déjà signaler ici qu'un des problèmes qui se posent à propos des captages sera de fixer les proportions des ouvrages de façon à réduire le plus possible, ou même annuler, la distance entre le point O et l'ordonnée du point de partage, de manière à s'assurer l'entièreté du débit pL.

II. — Cas où le support imperméable est horizontal, et correspond au fond du réservoir dans lequel se déversent les eaux souterraines.

Ce cas peut être considéré comme un cas particulier du précédent, celui où $\beta = o$. Les figures 56 et 57 montrent l'allure que prend la surface de la nappe aquifère ainsi que les trajectoires que suivent les filets liquides. Elles font voir que, la nappe présen-

tant nécessairement deux versants, on doit prendre en considération à la fois ce qui se passe de chaque côté du point de partage.

Le cas le plus simple est celui de la fig. 56, où le niveau est le même dans les deux exutoires. Si la distance entre les sections extrêmes est D, il est évident, par raison de symétrie, qu'on a alors $L = \frac{D}{2}$ et le débit total $p\,D$ se partage en deux parties égales $p\,\frac{D}{2} = p\,L$.

Si les exutoires sont à des niveaux différents, fig. 57, la détermination du point de partage pourrait être essayée théoriquement mais en pratique c'est par des relevés sur le terrain qu'on y parvient.

Au point de vue des études relatives aux installations de captage, on aura encore à se poser le problème du choix de la position, en direction et en profondeur, et de l'étendue des surfaces drainantes qui permettront d'abaisser la nappe de manière à faire reculer à la plus grande distance possible le point de partage des eaux et à augmenter ainsi la valeur de pL.

III. — Cas où l'on peut considérer la profondeur des couches perméables comme illimitée par rapport à celle du réservoir.

La forme de la surface de la nappe et l'allure des trajectoires des filets liquides sont représentées, pour ce cas, dans la fig.58. On remarquera que, comme dans le cas analogue des filtres artificiels, l'horizontalité des eaux du lac a pour conséquence l'immobilité des eaux souterraines sous son étendue. C'est de cette considération qu'on déduit que les eaux souterraines en mouvement peuvent être divisée en trois zones :

1° Une zone supérieure dans laquelle les filets liquides suivent jusqu'à leur extrémité une trajectoire plus ou moins inclinée et qui est limitée par celle dont le dernier élément est horizontal.

C'est suivant cette dernière que se réalisent les plus grandes vitesses d'écoulement, avec maximum au débouché dans le lac.

2° Sous cette trajectoire à élément final horizontal, une zone qui s'étend jusqu'à la trajectoire dont le dernier élément est symétrique de celui de la trajectoire du filet supérieur de la nappe. A cause de cette symétrie et en se basant sur la théorie exposée à propos du cas analogue des filtres, on peut admettre que le débit des eaux souterraines en mouvement dans cette zone est sensiblement égal à celui de la zone supérieure.

3° Dans la 3me zone, inférieure à la précédente, les vitesses vont en décroissant avec la profondeur et l'on peut admettre qu'il existe une trajectoire qui dans la figure aboutit par un élément vertical au niveau du fond du lac, pour laquelle les vitesses peuvent être considérées pratiquement comme nulles.

Les figures 24 et 25 donnent pour un filtre dont la profondeur est au moins triple de celle du réservoir d'aval, la relation entre les vitesses dans la section verticale de sortie lorsque l'inclinaison superficielle y atteint 45°. Elle peut être utilisée pour tous les cas qui se présentent, car l'étendue comprise entre son sommet et la direction d'une quelconque des vitesses donnera la répartition entre la surface et le fond lorsque celui-ci présentera la même inclinaison (pente ou contre-pente) que la vitesse considérée.

On peut l'utiliser pour l'évaluation de débits dans le cas des eaux souterraines car, dans une section verticale, les vitesses résultent toujours de l'inclinaison de la nappe à la surface, au droit de cette verticale.

IV. — Cas où les eaux souterraines contenues dans des terrains arénacés de grande étendue superficielle émergent dans une série de lacs étagés

Ce cas théorique est envisagé fig. 59, dans l'intention de se rapprocher de circonstances qui se rencontrent dans la nature. Le but de cet examen est de montrer que, si le niveau de l'eau dans les lacs est variable, chaque berge reçoit toutes les eaux souterraines de la zone qui lui est adjacente et que, à raison de l'hozizontalité et de la constance de niveau de la surface de la nappe à ciel ouvert, l'eau de la nappe phréatique ne pénètre pas dans le lac par son fond.

Application des théories précédentes au captage des eaux souterraines.

Les études concernant le captage d'eaux circulant souterrainement dans des terrains arénacés ont pour but de résoudre diverses questions que l'on peut décomposer en deux genres différents.

Au premier genre appartiennent les installations qui ont pour but de récolter des eaux provenant d'un lac ou d'un cours d'eau après qu'elles auront traversé dans le sens horizontal une étendue de terrain telle qu'on puisse les considérer comme convenablement filtrées. En fait, dans les captages du premier genre, on recueille toujours une quantité plus ou moins importante d'eau provenant d'infiltrations pluviales.

Les problèmes du second genre se posent pour les dispositifs destinés à recueillir des eaux souterraines provenant exclusivement de l'infiltration d'eaux fluviales.

Dans chaque cas on peut employer deux dispositifs différents, l'un constitué par un ouvrage continu, galerie ou drain plus ou moins profond, l'autre composé d'une série d'installations isolées, puits de plus ou moins grand diamètre. Lorsqu'on établit à la fois des puits et des galeries, l'installation doit être considérée comme appartenant au dispositif continu.

Captage, après filtration souterraine naturelle, d'eaux superficielles. —Pour étudier une prise par filtration horizontale à un lac ou un fleuve, on doit d'abord reconnaître la nature du sous-sol à traverser et déterminer ses qualités filtrantes, soit par des expériences de laboratoire, soit — ce qui vaudra mieux — par des essais sur place au moyen d'installations provisoires conçues de façon à pouvoir être utilisées définitivement.

On ne manquera pas de se renseigner sur les variations de niveau qui peuvent se produire dans le réservoir ou cours d'eau aux différentes saisons, même s'il s'agit d'un fleuve dont les eaux sont retenues à un maximum de hauteur par un barrage.

En s'inspirant des études théoriques relatives aux filtres à circulation horizontale, on arrivera à résoudre avec plus ou moins d'approximation, selon la constitution du sol, les problèmes

concernant l'importance à donner aux installations pour ne pas compromettre les résultats que l'on veut atteindre en ce qui concerne les débits en même temps que l'amélioration des qualités de l'eau aux points de vue clarification, épuration, température.

Captage dans les nappes d'origine pluviale. — Le projet d'un captage d'eaux souterraines provenant d'infiltrations pluviales doit être basé sur une étude complète de la nappe à laquelle on a l'intention de s'adresser. Pour déterminer sa puissance de débit il faut commencer par en reconnaître le siège par des sondages et la forme de sa superficie par le nivellement de tous les affleurements : cours d'eau et puits existants. On fera au besoin creuser des puits tubés convenablement répartis dans l'étendue à étudier.

Le niveau de la nappe variant toujours plus ou moins aux différentes saisons et quelquefois entre des limites assez éloignées au cours d'années successives, il faudra se renseigner à ce sujet auprès des habitants du pays et, si l'on en a le temps, observer pendant plusieurs années le fluctuations de niveau, en répétant les relevés à des intervalles suffisamment rapprochés.

On se documentera au sujet des hauteurs de pluie tombée annuellement [1] pendant une période d'une dizaine d'années successives. Tenant compte de la nature du sol et du sous-sol, on pourra en déduire plus ou moins approximativement la proportion qui s'infiltre jusqu'à la nappe et sur laquelle on peut compter pour le captage.

Des renseignements d'un autre genre, essentiels à recueillir dans le même but, sont les débits des cours d'eau qui ont leur origine dans le bassin à exploiter, tant à leur source qu'à leur sortie et même plus en aval. Pour les cours d'eau qui ne font que le traverser, il faudra connaître leurs débits, aux différentes saisons, à l'entrée dans le bassin et à l'aval de la sortie. On sera alors à même de fixer la valeur à adopter pour la quantité p des formules.

Les relevés effectués sur le terrain permettant de déterminer les niveaux les plus bas et les plus élevés de la surface de la nappe, on s'en servira, en les rapportant sur des plans cotés, pour la représenter graphiquement par les lignes de même altitude correspondant à ces niveaux extrêmes.

[1] Ou mieux mensuellement et même journellement.

Ces tracés permettront en premier lieu de délimiter les bassins que le travail de captage dont on étudie le projet pourrait drainer. On pourra aussi, en les combinant avec les données géologiques, les utiliser pour la détermination de la valeur du terme μ (coefficient d'infiltration) entrant dans les formules. Cette détermination de μ ne peut avoir d'intérêt que si la roche dans laquelle circule la nappe aquifère peut être considérée comme présentant une certaine uniformité dans la grosseur de ses éléments, ou tout au moins si l'on peut diviser l'étendue de la nappe en plusieurs portions où cette uniformité hypothétique est admissible.

Se plaçant en un point, on y déterminera, au moyen de données de la carte à courbes de niveau, la direction et la quotité de la plus grande pente de la nappe, c'est-à-dire l'angle α de la formule :

$$\mu \cdot y \cdot \int_{\beta}^{\alpha} f(\alpha, \beta)\, d\,\theta = p\,x$$

On a déterminé p, x se déduit des données de la carte après y avoir tracé dans toute sa longueur le filet qui passe par le point considéré, et y se détermine en se basant sur les données géologiques obtenues par les sondages et sur le niveau d'émergence du filet considéré. L'introduction de ces données dans la formule du débit permettra de calculer la valeur de μ. On répétera cette détermination pour quelques points judicieusement choisis, afin de s'assurer si les résultats sont suffisamment concordants, et si, en conséquence, on peut adopter pour μ leur moyenne.

On pourra d'ailleurs essayer aussi de déterminer μ par expériences directes de filtration verticale sur des sables extraits dans la partie aquifère du sol.

Des relevés de profils de la nappe abaissée par pompages prolongés dans des puits d'essai, combinés avec les débits obtenus, pourront aussi servir dans ce but.

Au moyen de la valeur de μ ainsi obtenue, on pourra établir les formules qui permettront de déterminer *à priori*, avec une certaine approximation, les débits et les allures de la nappe qui résulteront de la mise en service des installations de captage que l'on projette, et de procéder judicieusement à un choix entre plusieurs solutions qui peuvent être mises en concurrence.

Sans entrer dans de grands détails, nous montrons, par la fig. 60, comment peut se déterminer l'effet d'une galerie transversale

sur une nappe cylindrique, en traçant les courbes de niveau de la nappe, rabattue par un drainage plus ou moins intensif, au moyen de coupes dirigées suivant la direction des filets liquides, c'est-à-dire dans le sens perpendiculaire à la galerie, et de deux coupes dirigées perpendiculairement au courant primitif, dans le prolongement de l'axe de la galerie.

Lorsque la galerie s'établira en aval de certaines émergences, la nappe primitive n'aura pas la forme cylindrique, les courbes de niveau s'infléchissent fortement au voisinage des sources et cours d'eau (voir la note n° 4 en annexe). Mais, comme le captage aura pour effet d'abaisser la surface de la nappe, il en devra résulter que l'allure de cette surface abaissée deviendra celle d'un cylindre à génératrices parallèles à l'axe de la galerie, ce dont on tiendra compte pour la détermination du tracé de celle-ci.

Si les résultats de la détermination de μ sont assez concordants, on s'en servira pour établir par calculs le profil de la nappe abaissée et vérifier si la différence de niveau entre elle et le sol, sous les cours d'eau, est suffisante pour que les eaux ayant circulé à ciel ouvert doivent, avant de l'atteindre, traverser une couche suffisamment épaisse du sol pour qu'on puisse les considérer comme convenablement filtrées.

Les figures 51 montrent comment on peut représenter l'action d'une galerie de pénétration, complétée par un serrement, sur une nappe primitive cylindrique, dans les deux cas où 1° le serrement étant ouvert, on tire de la galerie le maximum qu'elle peut fournir, 2° le serrement étant fermé, on limite la prise à ce que donne la partie comprise entre l'œil et le serrement.

Les figures 62 et 63 montrent l'effet de l'action drainante obtenue par un puits (fig. 62) ou une série de puits (fig. 63) sur une nappe primitivement cylindrique.

Les déterminations qu'on peut faire dans ce cas sont analogues à celles que nous venons d'indiquer pour le captage par galerie. Elles sont cependant plus compliquées, de sorte que leurs résultats offrent encore moins de précision. L'étude des effets de captage est cependant intéressante et paraît en tout cas nécessaire pour permettre de se rendre compte 1° de la surface de paroi drainante qu'ils doivent présenter, 2° de la profondeur à leur donner, 3° de la distance la plus convenable à adopter entre les puits, 4° de

leur influence sur le déplacement vers l'amont de la ligne de partage des eaux souterraines. Cette étude pourra permettre de déterminer judicieusement les bases du projet de manière à réduire au minimum le volume d'eau souterraine qui pourrait échapper au captage en s'écoulant par l'intervalle des puits vers les exutoires primitifs.

Nous ne traiterons pas en détail des circonstances qui se présentent pendant les périodes d'affaissement de la nappe résultant de l'extraction du débit supplémentaire qu'on peut obtenir dans les périodes de forte consommation quand on a disposé les installations de manière à pouvoir réserver dans le sol les quantités dont on n'a pas l'utilisation immédiate afin de pouvoir en profiter dans les périodes où la consommation dépasse le produit moyen de l'infiltration pluviale. L'étude théorique de l'effet d'un abaissement de la hauteur d'eau dans le réservoir aval des filtres sera d'application pour ces questions.

ANNEXE N° 1

Fig. 1, 2, 3 et 4

Longueurs $ab = r\sqrt{3}$; $b\,c = \frac{2}{3}\sqrt{3} \times r$

Hauteur *cd* du tétraèdre

$$\sqrt{4\,r^2 - \frac{4 \times 3}{9}\,r^2} = 2\,r\sqrt{\frac{2}{3}} = 1.6637\;.\;r$$

(c'est la distance verticale des centres de deux couches superposées).

Longueur $cf = cd - cf = \left(\frac{2\sqrt{6}}{3} - 1\right) r$

$$fg = \frac{ch - cf}{2} = r\left(1 - \frac{2\sqrt{6}}{3} + 1\right) = r\left(2 - \frac{2\sqrt{6}}{3}\right)$$

$$\frac{cf + ch}{2} = cg = \frac{r}{2}\left(1 + \frac{2\sqrt{6}}{3} - 1\right) = r\,\frac{\sqrt{6}}{3} = \frac{1}{2}\,cd.$$

$$\rho = gi = \sqrt{r^2 = \frac{2}{3}\,r^2}\sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{r}{3}\sqrt{3}$$

Surface totale $0{,}0_2 0_3 = r^2\sqrt{3} = 1.732\;r^2$.

Surface des pleins au niveau MN : $\rho^2\left(\pi + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{3}{2}\,\pi\,\rho^2$

$$\frac{3}{2}\,\pi\,\rho^2 = \frac{3}{2}\,\pi\,r^2\,\frac{1}{3} = \frac{1}{2}\,\pi\,r^2 = 1.5708\;r^2$$

Surface des vides au même niveau : $r^2\left(\sqrt{3} - \frac{1}{3}\,\pi\right) = 0{,}1612\;r^2$

Rapport de la surface des vides à la surface totale

$$\frac{0{,}1612}{1{,}732} = 0{,}0931$$

Surface des pleins au niveau $0_1 0_2 0_3$: $\frac{1}{2}\,\pi\,r^2 = 1{,}5708\;r^2$.

La surface totale étant aussi $1{,}732\;r^2$, celle des vides est encore $0{,}1612\;r^2$ et le rapport 0,0931.

Au niveau de f, la section des pleins se compose de $\frac{3}{6}$ de cercles de rayon $\sqrt{r^2 - cf^2}$; elle vaut donc $\frac{1}{2}\pi(r^2 - cf^2) =$

$$\frac{1}{2}\pi\left[r^2 - \left(\frac{2\sqrt{6}}{3}\right)^2 r^2\right] = \frac{\pi}{2}\left[r^2\left(1 - \frac{24}{9} - 1 + \frac{4\sqrt{6}}{3}\right) = 0{,}94 r^2.\right.$$

Donc : vides $(1{,}732 - 0{,}94)\, r^2 = 0{,}792\, r^2$; rapport $\frac{0{,}792}{1{,}732} =$ 0.4572.

Rapport des volumes et par conséquent rapport moyen des surfaces (voir Etude scientifique du boulant, p. (29)-131 : 22,04.

La moyenne arithmétique entre 0,4572 et 0,0931 est 0,27515.

ANNEXE N° 2

Détermination de la taille d'un sable.

Dans la nature, les sables n'ont pas une régularité de grosseur qui permette de les définir en donnant la dimension d'un grain pris au hasard. D'autre part, les grains ne sont pas sphériques.

Pour définir la grosseur d'un grain isolé, on pourrait adopter comme mesure la maille du tamis le plus fin qu'il peut traverser, mais on préfère, à cause des différences de forme que cette méthode ne décèle pas, adopter un autre critérium comme terme de comparaison. Il est convenu que la grosseur d'un grain isolé sera définie par le diamètre de la sphère d'égal volume.

Pour un ensemble de grains, on peut déterminer les quantités en pour cent, en poids ou en volume : 1° de la matière qui peut être enlevée du sable par calcination ; 2° de celle qui peut être séparée par élutriation (séparation par dépôt après mélange dans un vase rempli d'eau et écoulement de l'eau troublée avant décantation) ; 3° des grains qui passent aux tamis présentant un nombre déterminé de mailles, depuis les plus serrés jusqu'aux plus gros de ces tamis.

Mais, pour rendre plus facilement comparables, au point de vue de leur pouvoir filtrant, deux sables à éléments de formes différentes, Allen Hazen a proposé d'adopter pour grosseur caractéristique (qu'il appelle *taille effective*), celle du grain le plus fin, qui reste après que l'on a réduit le volume de 10 % en enlevant les particules organiques, les poussières et les grains les plus fins.

Les grains restants pouvant avoir des dimensions très variées, on doit encore distinguer entre les sables des différences d'uniformité. On apprécie celles-ci en déterminant la grosseur du grain le plus fin dans ce qui reste après qu'on a écarté les grains les plus fins jusqu'à concurrence de 60 % du volume.

Le *coefficient d'uniformité* est le rapport de la grosseur de ce grain à la taille effective. C'est donc un rapport dont la valeur est d'autant plus voisine de l'unité que la grosseur du grain est plus uniforme, et qui croît avec la grosseur moyenne des éléments.

Pour effectuer les opérations de la séparation, on se sert de tamis de plus en plus fins. Mais on ne déduit pas les dimensions des grains de celles des mailles du tamis ; les mesures se prennent soit directement, au microscope, au moyen d'un micromètre, soit indirectement pour les plus petits grains, en déterminant la relation entre la densité et le poids des particules qui passent dans les tamis, pour les dimensions inférieures à 0 mm. 1. $d = \sqrt[3]{\frac{6r}{D \cdot n \cdot \pi}}$ (p : poids ; D : densité ; n : nombre de grains pesés ; d : diamètre).

En dessous de ces dimensions, après détermination de la matière organique (supposée en particules plus fines que 0 mm. 01), on procède par élutriation. Nous croyons inutile de donner plus de détails sur ces opérations de laboratoire.

Ayant procédé à ces déterminations, on peut représenter graphiquement la composition des sables, en portant en abscisses les diamètres en millimètres et en ordonnées les quantités en poids pour cent correspondant à chaque diamètre. On peut aussi représenter graphiquement les coefficients d'uniformité des différents sables.

ANNEXE N° 3

Tracé du profil d'une nappe cylindrique.

Tableau des valeurs de y et de x en fonction de y_0 pour diverses grandeurs de α.

α	y	x	α	y	x	α	y	x	α	y	x
45°	1,—	0,—	3°40′	12,74	97,44	48′	58,66	2093,49	20′	140,67	12.073,07
40	1,14374	0,15751	3,30	13,39	107,28	46	61,29	2282,85	19	148,06	13.377,46
35	1,321	0,36972	3,20	14,05	118,62	44	64,18	2496,75	18	156,46	14.922,92
30	1,551	0,75268	3,10	14,81	131,70	42	67,07	2736,85	17	165,48	16.712,65
25	1,8698	1,3675	3	15,63	146,88	40	70,24	3009,75	16	175,98	18.885,42
22½	2,08	1,8437	2,50	16,58	165,15	38	74,06	3311,93	15	187,68	21.485,—
20	2,341	2,5127	2,40	17,58	186,28	36	78,16	3722,56	14	200,93	24.646,57
17½	2,683	3,51	2,30	18,75	212,11	35	81,02	3969,71	13	216,39	28.586,56
15	3,1249	5,0276	2,20	20,08	243,65	34	83,08	4190,43	12	234,47	33.558,74
12½	3,748	7,57	2,10	21,64	283,18	33	85,24	4429,80	11	254,56	39.748,07
10	4,69	12,3086	2	23,44	332,56	32	87,91	4711,65	10	281,35	48.318,70
9	5,33	15,83	1,50	25,57	396,09	31	90,74	5007,—	9	310,66	58.295,40
8	5,88	19,80	1,40	28,15	480,12	30	93,79	5310,31	8	351,66	75.517,79
7½	6,25	22,48	1,30	31,25	592,72	29	96,95	5735,03	7	401,92	98.647,57
7	6,682	25,88	1,20	35,16	750,90	28	100.47	6155,10	6	468,94	134.288,95
6½	7,21	30,35	1,10	40,15	980,79	27	104,24	6623,88	5	562,64	193.358,05
6	7,85	36,01	1	46,881	1337,17	26	108,24	7143,15	4	703,30	302.142,10
5½	8,524	42,832	0°58′	48,50	1435,30	25	112,56	7725,98	3	937,67	537.140,62
5	9,378	52,0695	56′	50,23	1566,75	24	117,23	8382,39	2	1406,51	1.208.650,05
4½	10,419	64,5494	54	52,12	1684,95	23	122,32	9127,27	1′	2814,06	4.836.690,97
4	11,79	82,54	52	54,19	1784,67	22	127,88	9976,57			
3°5′	12,23	89,39	50	56,27	1927,52	21	134,15	10964,90			

ANNEXE N° 4

Note sur le tracé des lignes d'égale altitude d'une nappe aquifère.

Nous croyons utile de signaler qu'il ne faut pas négliger, lors des relevés sur le terrain, de déterminer, à partir de leur source lorsque celle-ci se trouve comprise dans l'étendue du bassin à drainer, le profil de l'axe hydraulique des cours d'eau alimentés par la nappe, surtout quand ils coulent sur la roche meuble aquifère et non sur un dépôt alluvien plus fin. Quand on tracera les courbes de niveau, on observera qu'elles doivent dans ce cas se raccorder aux lignes de même niveau de la surface de l'eau courante. Cela fera remarquer que la conformation de la surface des eaux souterraines au voisinage des émergences accuse des pentes souvent beaucoup plus accentuées qu'à distance, et conduira à donner aux tracés, d'une part en amont des sources, d'autre part le long des rives, les allures différentes représentées sur la fig. 65. Sur les cartes qui sont reproduites dans des ouvrages traitant de l'hydraulique des nappes aquifères, on a presque toujours conservé aux courbes, en aval de la source origine du cours d'eau, la même allure qu'en amont, comme le montre l'exemple fig. 66, qui place ainsi le niveau de l'eau souterraine, dans le thalweg. au-dessus du sol.

Quand la perméabilité du lit alluvien du cours d'eau est beaucoup moindre que celle de la roche aquifère dans laquelle circule la nappe souterraine, les eaux de celle-ci, sous l'alluvien fin, sont à l'état captif ou tout au moins en charge. Cette circonstance, assez rare dans la partie supérieure des petits cours d'eau, peut justifier l'allure donnée au tracé ; mais alors les lignes de niveau ne figurent plus la surface de l'eau, mais celle qui limite les hauteurs de charge. Pour marquer cette circonstance sur les cartes on pourrait, entre les limites du dépôt alluvien fin dans lequel est creusé le lit du cours d'eau, remplacer le trait plein par un pointillé, comme on l'a fait sur la figure 65.

Etude de la circulation de l'eau dans les filtres artificiels ou naturels et dans les terrains meubles, par P. Questienne.

Rapport de M. R. d'Andrimont, 1er *rapporteur.*

Dans ses grandes lignes le travail de M. Questienne est subdivisé comme suit :

1º Etude de la circulation des eaux dans les filtres artificiels ;

2º Etude de la circulation des eaux dans les terrains meubles ;

3º Application au captage des eaux souterraines.

Ce travail présente un grand intérêt au point de vue des études relatives aux installations de captage des eaux souterraines notamment, soit qu'il s'agisse de captage après filtration naturelle d'eaux superficielles, telles que celles d'un lac ou d'un fleuve, soit qu'il s'agisse de recueillir des eaux souterraines provenant exclusivement d'infiltrations pluviales.

Toutes les formules déduites de l'étude théorique des filtres artificiels donnent par leur application aux filtres naturels, que constituent les terrains meubles une approximation intéressante pour le calcul du débit de ces nappes souterraines.

Pour se rapprocher des conditions telles qu'elles se présentent dans la nature et en vue de l'application à la pratique des résultats obtenus, l'auteur procède successivement à l'étude théorique de *divers dispositifs de filtres* et à la discussion des formules obtenues, principalement pour les cas trouvant leur application directe dans la pratique.

Pour chaque cas, l'auteur procède à l'établissement des formules : des vitesses, des pressions lignes des charges statiques et dynamiques et des débits.

Je crois inutile d'entrer dans le détail de cette étude, elle ne peut se résumer ; j'ajouterai seulement qu'elle est faite d'une façon claire et très concise.

Je conclus donc à ce qu'elle soit publiée dans les *Annales* de la Société.

R. d'Andrimont.

Rapport de M. Fourmarier, 2me *rapporteur.*

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt le travail de M. Questienne et me rallie aux conclusions du premier rapporteur pour proposer son insertion dans les *Annales*, sauf contrôle des formules mathématiques par le troisième rapporteur plus compétent que moi en la matière.

Liége, le 12 février 1921.

P. Fourmarier.

Rapport de M. E. Dessalle, 3me *rapporteur.*

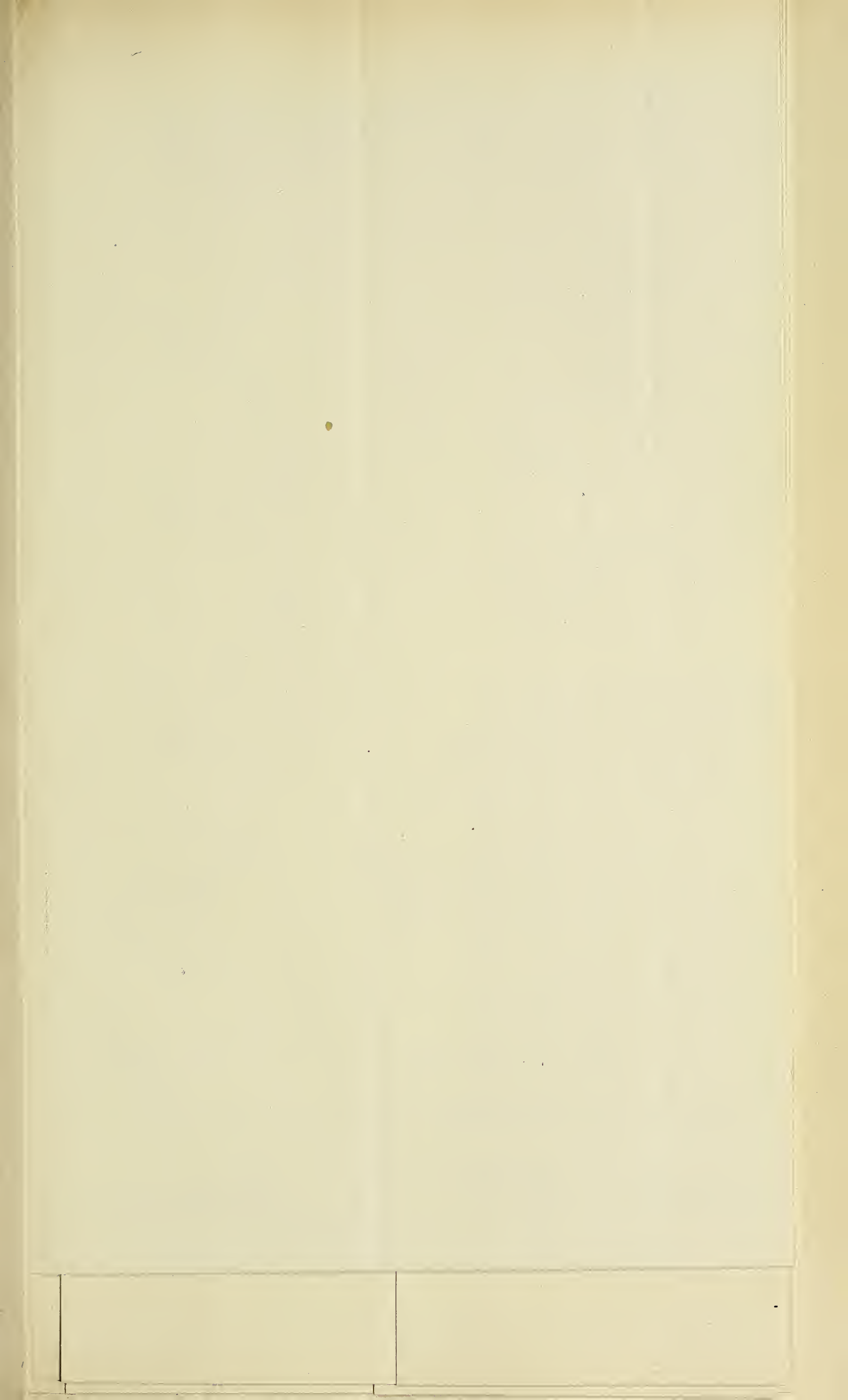
Les deux premiers rapporteurs ont déjà signalé l'intérêt que présente le travail de M. Questienne. Je l'ai examiné particulièrement au point de vue mathématique ; sous ce rapport, il constitue une belle application des lois de l'hydraulique à la théorie des filtres artificiels et naturels.

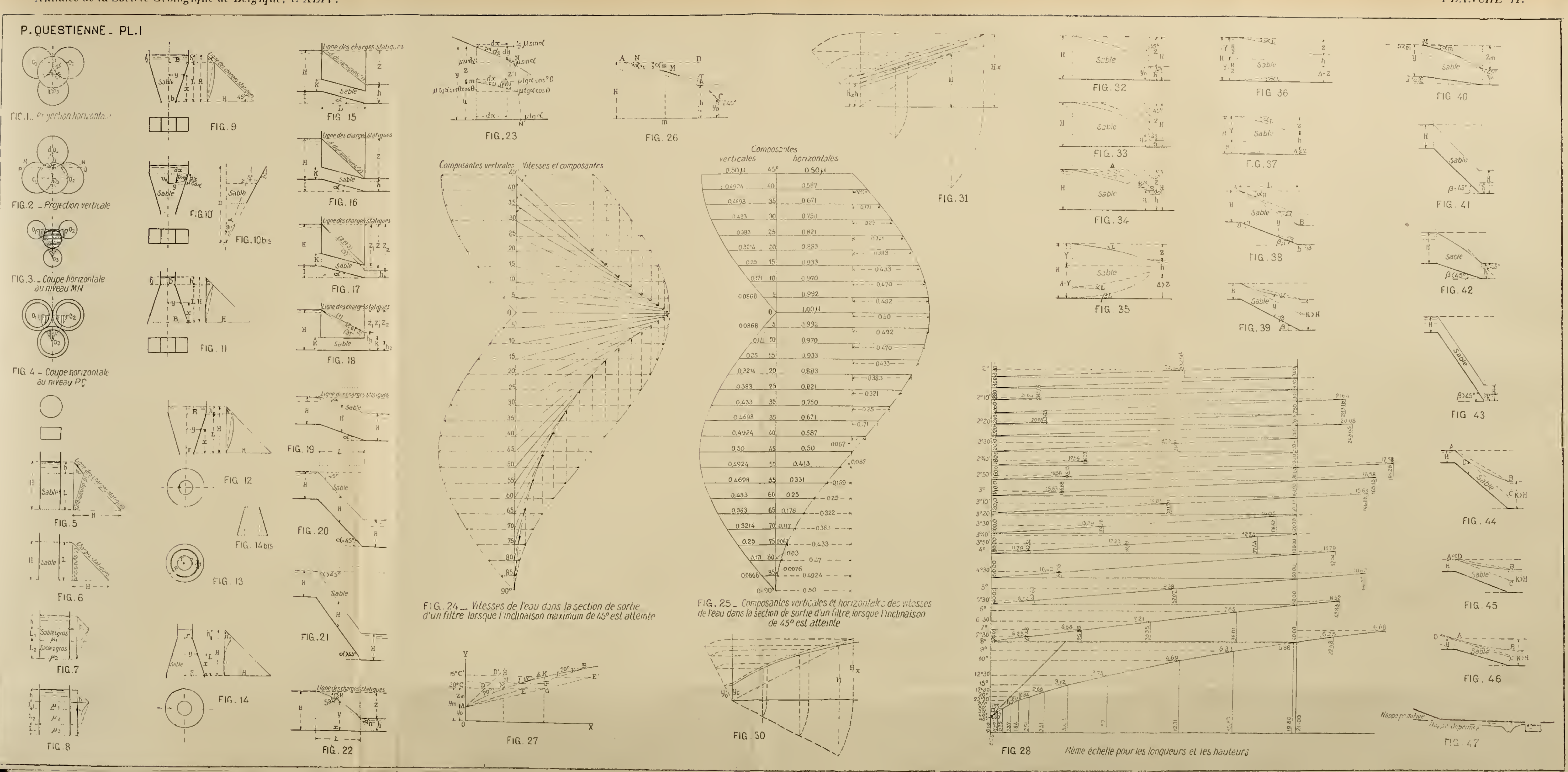
Les formules auxquelles conduisent les théories sont établies avec méthode, rigueur et clarté ; l'auteur a soin de justifier les hypothèses fondamentales, de même que celles qu'il doit introduire au cours de certains calculs, notamment pour effectuer diverses intégrations.

Comme la grande expérience et les observations de l'auteur confirment la valeur de ses déductions théoriques, son étude est une œuvre précieuse pour quiconque s'occupera désormais de la captation et de la filtration des eaux. Elle le sera également, pour les professeurs et les élèves des cours d'hydrologie.

J'estime avec les deux premiers rapporteurs qu'il y a lieu d'insérer ce mémoire dans les *Annales* de la Société.

Le 18 février 1921. E. Dessalle.




P. QUESTIENNE - PL. I
FIG. 1. Projection horizontale
FIG. 2 _ Projection verticale
FIG. 3 _ Coupe horizontale au niveau MN
FIG. 4 _ Coupe horizontale au niveau PQ
FIG. 5
FIG. 6
FIG. 7
FIG. 8
FIG. 9
FIG. 10
FIG. 10 bis
FIG. 11
FIG. 12
FIG. 13
FIG. 14
FIG. 14 bis
FIG. 15
FIG. 16
FIG. 17
FIG. 18
FIG. 19
FIG. 20
FIG. 21
FIG. 22
Ligne des charges statiques
Sable
FIG. 23
FIG. 26
Composantes verticales
Vitesses et composantes
Composantes verticales horizontales
FIG. 24 _ Vitesses de l'eau dans la section de sortie d'un filtre lorsque l'inclinaison maximum de 45° est atteinte
FIG. 25 _ Composantes verticales et horizontales des vitesses de l'eau dans la section de sortie d'un filtre lorsque l'inclinaison de 45° est atteinte
FIG. 27
FIG. 30
FIG. 31
FIG. 32
FIG. 33
FIG. 34
FIG. 35
FIG. 36
FIG. 37
FIG. 38
FIG. 39
FIG. 40
FIG. 41
FIG. 42
FIG. 43
FIG. 44
FIG. 45
FIG. 46
FIG. 47
Nappe primitive
Nappe déprimée
FIG. 28
Même échelle pour les longueurs et les hauteurs

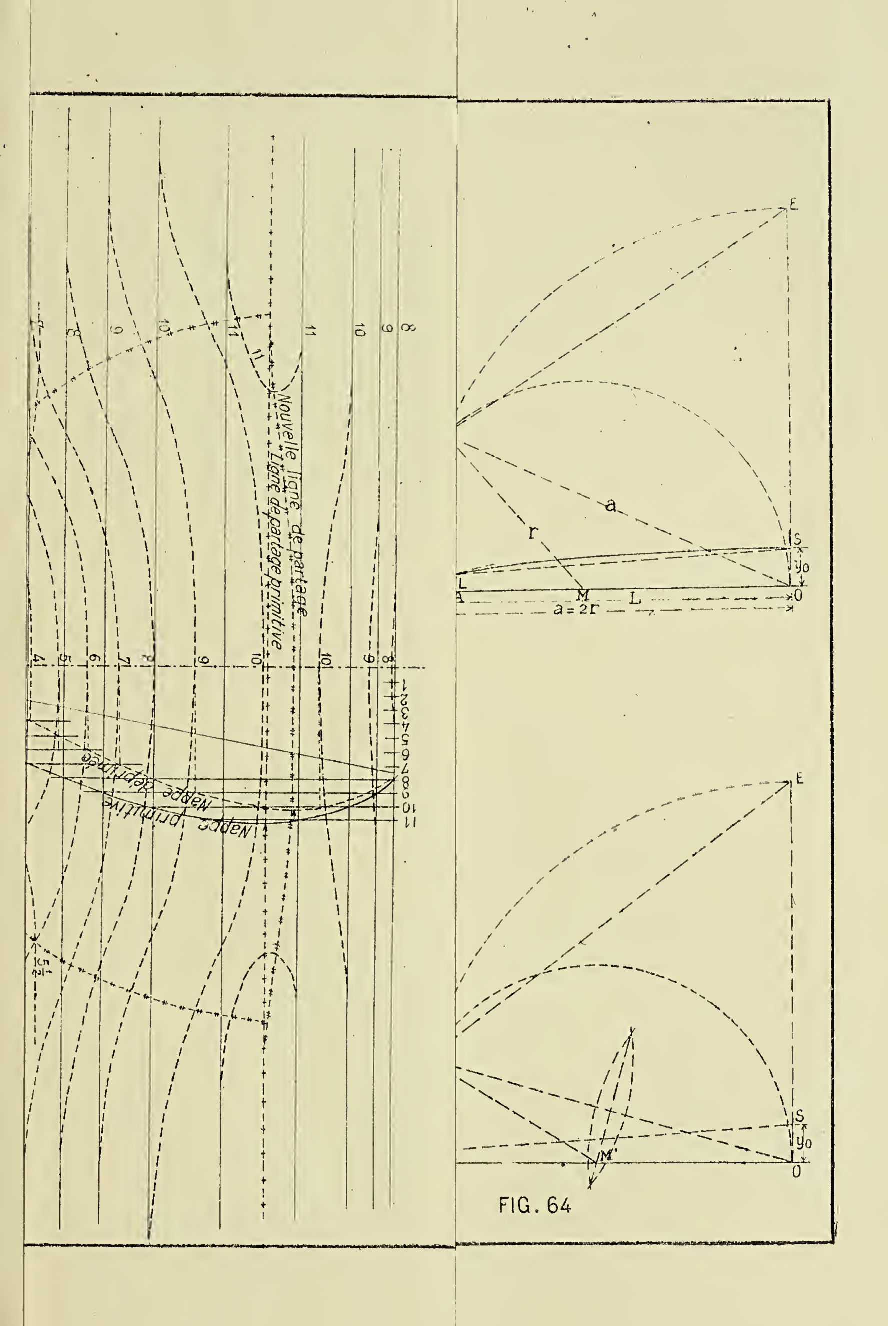
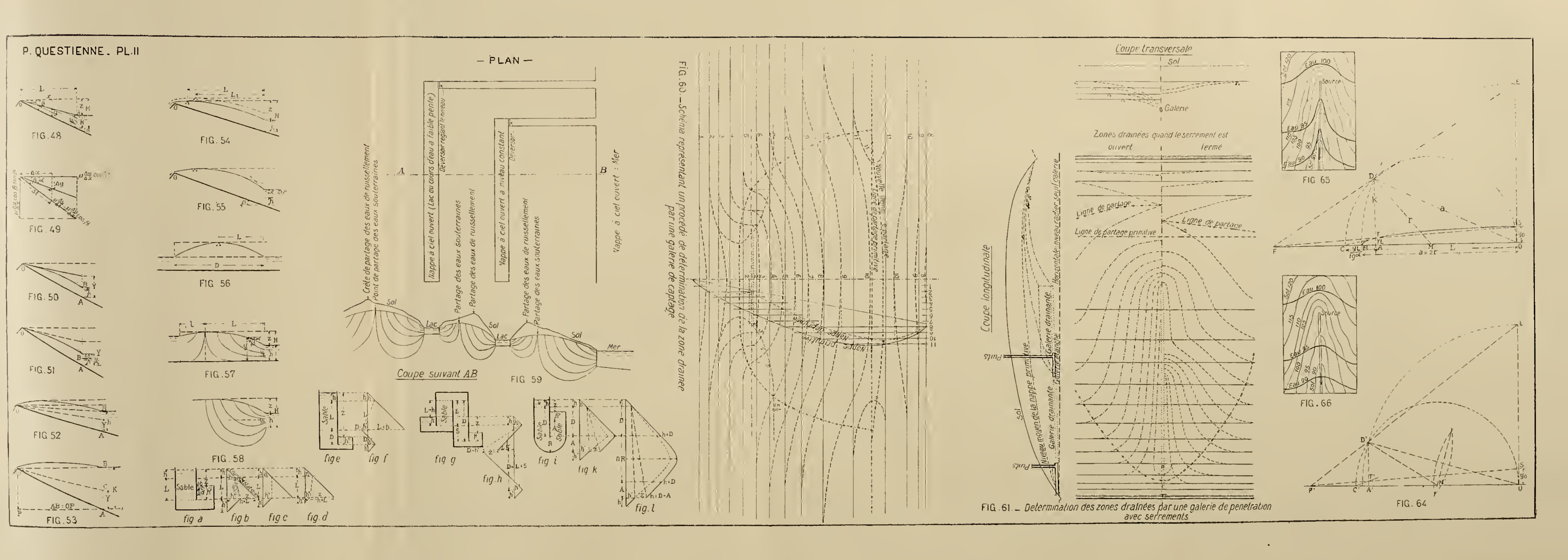
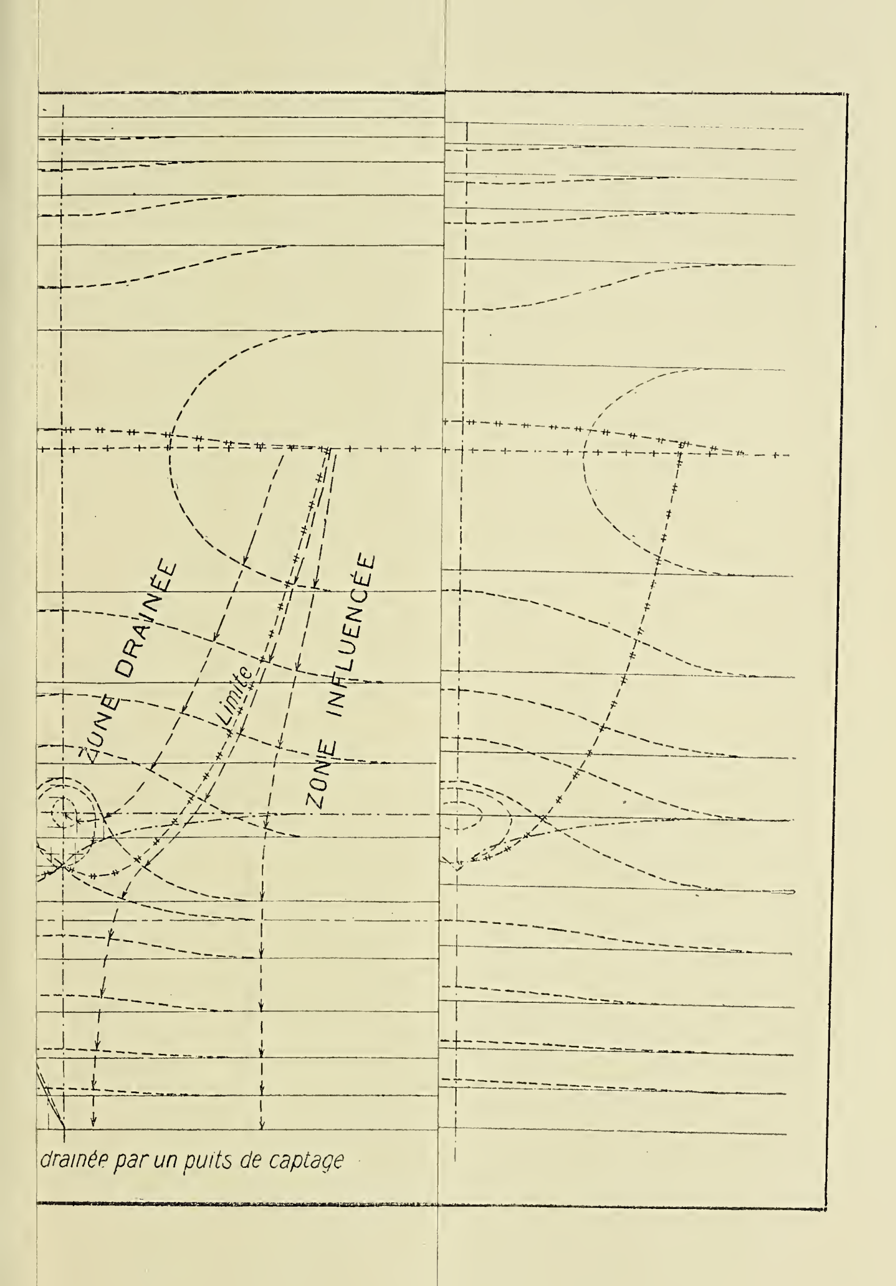

Nouvelle ligne de partage
Ligne de partage primitive
Nappe déprimée
Nappe primitive
E
S
y_0
O
L
A
M
a
r
$a = 2r$
M'

FIG. 64


P. QUESTIENNE. PL. II
FIG. 48
FIG. 49
FIG. 50
FIG. 51
FIG 52
FIG. 53
FIG. 54
FIG. 55
FIG 56
FIG. 57
FIG. 58
— PLAN —
Crête de partage des eaux de ruissellement
Point de partage des eaux souterraines
Nappe à ciel ouvert (Lac ou cours d'eau à faible pente)
Déversoir réglant le niveau
Partage des eaux souterraines
Partage des eaux de ruissellement
Nappe à ciel ouvert à niveau constant
Déversoir
Partage des eaux de ruissellement
Partage des eaux souterraines
Nappe à ciel ouvert : Mer
Sol
Lac
Mer
Coupe suivant AB
FIG 59
fig a
fig b
fig c
fig d
fig e
fig f
fig g
fig h
fig i
fig k
fig. l
FIG. 60. _ Schéma représentant un procédé de détermination de la zone drainée par une galerie de captage
Coupe transversale
Sol
Galerie
Zones drainées quand le serrement est
ouvert
fermé
Ligne de partage
Ligne de partage primitive
Coupe longitudinale
Puits
Niveau moyen de la nappe primitive
Galerie drainante
Horizontale niveau radier seuil galerie
FIG. 61. _ Détermination des zones drainées par une galerie de pénétration avec serrements
FIG 65
FIG. 66
Source
FIG. 64


ZONE DRAINÉE
Limite
ZONE INFLUENCÉE
drainée par un puits de captage

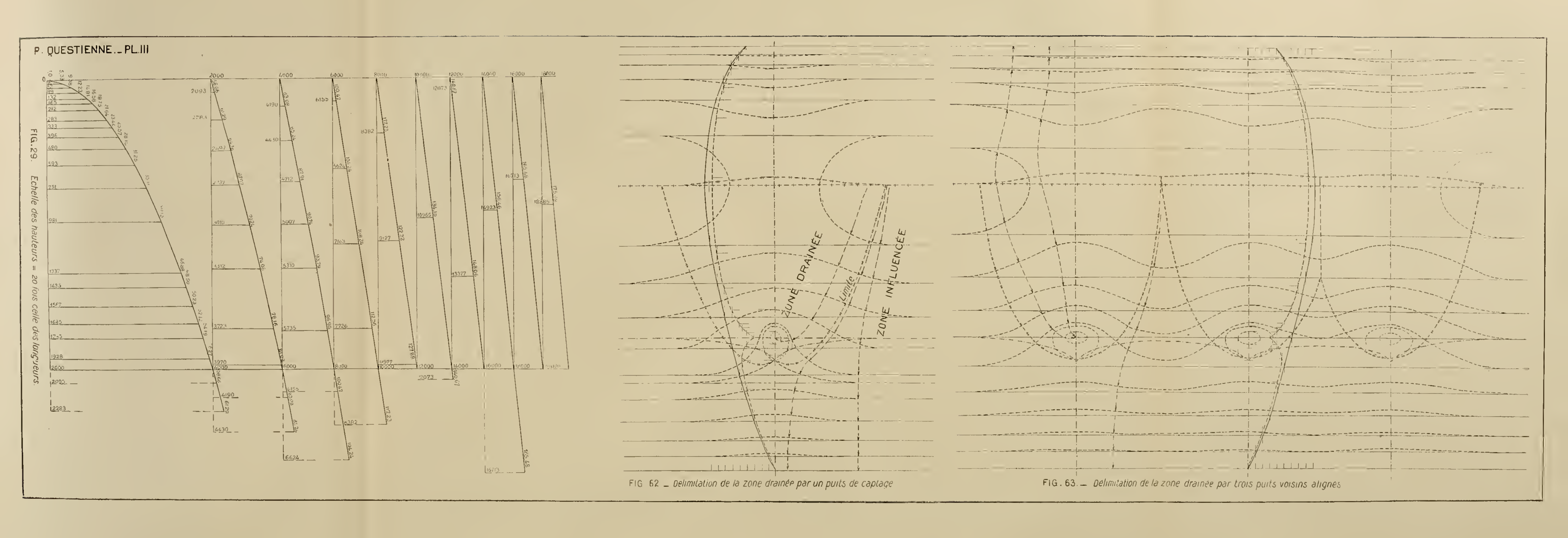


FIG 62 – Délimitation de la zone drainée par un puits de captage

FIG. 63. – Délimitation de la zone drainée par trois puits voisins alignés

Les couches inférieures des Plateaux de Herve
Leurs relations avec le bassin de Liége

PAR

ÉMILE HUMBLET

(Planche V).

1re Partie : STRATIGRAPHIE

Le bassin houiller des plateaux de Herve a, jusqu'en ces derniers temps, été considéré comme étant, en profondeur, sensiblement plus riche que le groupe de Liége-Seraing.

Ainsi, en 1905, admettant comme probable la synonymie, aujourd'hui démontrée, de la couche STENAYE du groupe de Liége-Seraing et de la couche VEINE DE NOOZ du groupe de Herve, M. Ledouble indiquait sous cet horizon, à Herve, sept couches exploitées, la couche OISEAU DE PROIE non comprise, et, à Seraing, seulement deux ou parfois trois couches exploitables (1).

Nous avons, l'an dernier, tenté d'établir un raccord des échelles stratigraphiques des deux groupes (2) ; mais, nous nous arrêtions dans la série des couches des plateaux de Herve, que nous avions surtout étudiée dans la concession de Wérister, à la couche PIXHEROTTES, que nous assimilions à la troisième veinette sous DÉSIRÉE de Seraing.

Or, dans la concession de Homvent, notamment, on renseignait encore, sous la couche PIXHEROTTES, quatre couches exploitées, savoir : OISEAU DE PROIE, MALDACCORD, HOMVENT et CINQ POIGNÉES.

Notre étude ne donnait donc pas entièrement la solution du problème, solution que M. Renier indiquait en principe (3) en assi-

(1) O. LEDOUBLE. Notice sur la constitution du bassin houiller de Liége. *Congr. Intern. Géol. Appliq.* Liége 1905, p. 554 et pl. V et VI.

(2) *Ann. Soc. Géol. de Belgique*, t. XLIII, 1920, pp. M3-45.

(3) A. RENIER. Les relations stratigraphiques et tectoniques des gisements houillers de Liége et des Plateaux de Herve. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XLII, 1919, pp. B79-88.

milant à la couche GRANDE DELSEMME, les couches OISEAU DE PROIE et MALDACCORD.

Avec l'aimable autorisation de M. Trasenster, Directeur-Gérant des Charbonnages de l'Est de Liége, nous avons pu étudier quelques travers bancs du Siège Homvent et établir les grandes lignes de l'échelle stratigraphique de la série des couches inférieures.

Notre étude confirme l'hypothèse de M. Renier, en ce qui concerne le synchronisme des faisceaux GRANDE DELSEMME-PIXHEROTTES et MALDACCORD-CINQ POIGNÉES.

A. — Description.

Ainsi que le montre la coupe transversale reproduite planche II, le gisement du charbonnage de Homvent comporte trois faisceaux, savoir : 1° celui d'OISEAU DE PROIE à CINQ POIGNÉES, situé au Sud de la faille des Aguesses et rattaché en conséquence au groupe de Herve ; 2° celui de VIGNOULE-GUILLAUME, situé au Nord de la même faille et rattaché au groupe de Liége-Seraing ; 3° celui de MIDI-BEAUJARDIN, que nous avons été amené à distinguer du premier.

1° Faisceau Oiseau de Proie-Cinq Poignées

Son épaisseur, en stampe normale est de 220 mètres environ.

Largement découvert par les travaux miniers actuellement en cours, il comprend, outre les quatre couches exploitées, six ou sept veinettes. Nous en donnons la description du haut vers le bas.

Oiseau de Proie. — Couche de composition assez variable ; généralement : houille : 10 cm. ; schiste à *Stigmaria* : 45 ; houille : 15 ; schiste : 5 ; houille : 40.

Le toit est un schiste gris, légèrement psammitique, avec nodules de sidérose et pyrite. Il renferme des végétaux, surtout en débris, assez abondants : tiges, *Calamites*, *Aulacoptéris*, *Radicites*, etc. ; quelques *Stigmaria*.

$1^{m},00$. Mur : schiste psammitique : *Stigmaria* peu abondants.
$2^{m},00$. Psammite bien stratifié, débris végétaux hachés.
$7^{m},00$. Schiste psammitique, psammite zonaire et grès en bancs alternants.
$20^{m},00$. Schiste gris, zoné de sidérose.
Schiste argileux, moucheté de pyrite, écailles de poissons.
Schiste foncé à rayure grise, banc de 20 cm. de puissance, avec débris végétaux hachés abondants, mouches de pyrite, efflorescences de soufre.
Cette stampe renferme de nombreux nodules paniformes de sidérose.

VEINETTE. — Besy et schiste : 30 à 40 cm. ; houille : 5 ; schiste friable : 20 à 25 ; houille friable : 25 à 35.

$0^{m},80$. Mur : schiste psammitique, débris végétaux : tiges, *Calamites*, etc. ; *Stigmaria* peu abondants.

$0^{m},80$. Grès.

$2^{m},00$. Schiste psammitique, débris végétaux : *Calamites*, *Asterophyllites*, etc. ; grains de pyrite.

$3^{m},40$. Schiste compact, micacé au sommet, argileux à la base : *Estheria* ; Ostracodes.

$1^{m},50$. Schiste gris, zoné de sidérose, Débris végétaux : *Calamites* ; *Cordaites*, etc. ; *Anthracomya minima*.

$0^{m},50$. Schiste gris foncé ; *Cordaites* abondantes.

VEINETTE. — Houille : 20 cm.

$2^{m}.00$. Mur : schiste micacé, *Stigmaria* autochtones. A la base, débris végétaux.

$30^{m},00$. Schiste argileux, gris plus ou moins foncé, légèrement micacé et zoné de sidérose. Débris végétaux flottés peu abondants ; débris de coquilles, mouches de pyrite et nodules de sidérose.

VEINETTE. — Besy et charbon : 5 cm.

$1^{m},00$. Schiste à *Stigmaria*.

$3^{m},00$. Grès et psammite zonaire.

$2^{m},00$. Schiste argileux, gris clair, légèrement micacé. Flore autochtone abondante : *Lepidodendron* ; *Sigillaria* ; *Calamites* ; *Sphenophyllum* ; *Pecopteris Miltoni* ; *Neuropteris heterophylla* ; *Neuropteris Shlehani* ; etc. ; quelques *Stigmaria*.

Maldaccord. — Houille : 60 cm. ; schiste à *Stigmaria* : 10 ; houille : 10.

$0^{m},50$. (parfois plus) : Schiste psammitique ; *Stigmaria* autochtones.
VEINETTE. — Houille : 20 cm.

2^m,00. Schiste psammitique ; *Stigmaria* autochtones abondants.
3^m,00. Grès.
3^m,00. Schiste argileux, gris, à rainure brune.
Schiste foncé, micacé, légèrement micacé, à rayure grasse ; rares débris organiques.

PASSÉE DE MUR. — Mur : Psammite gréseux à *Stigmaria*.

A 45 m. sous MALDACCORD :

3^m,00. Schiste argileux gris, moucheté de pyrite ; à la base, efflorescences de soufre ; *Lingula mytiloides*.

VEINETTE. — Houille : 10 cm.
Mur : grès dur, environ 10 mètres.

A 92 m. sous MALDACCORD :

Homvent. — Houille : 55 cm.

Le toit de la couche est formé de schiste gris, compact, légèrement micacé ; nodules de sidérose ; végétaux abondants, surtout en débris. Tiges : *Lepidodendron, Calamites* ; *Alethopteris decurrens* ; pinnules de *Neuropteris cf. obliqua* et de *Neuropteris Shlehani*. Au mur, banc de schiste psammitique à *Stigmaria* surmontant un grès.

A 30 m. sous HOMVENT :

Schiste argileux : rares débris végétaux hachés ; débris de coquilles : *Anthracomya minima* ; écailles de poissons. Schiste noir micacé, à rayure bistre, puis claire : *Lingula mytiloides*.
Schiste bitumineux noir, à rayure grasse, mouches de pyrite et efflorescences de soufre.

VEINETTE. — Besy : 10 cm.
Mur : Schiste micacé à *Stigmaria*.

A 50 m. sous HOMVENT :

Cinq Poignées. — Couche de puissance assez variable : souvent : 50 cm. de houille.

Le premier banc de toit, touchant la couche, est un schiste gris foncé, argileux, à rayure bistre, avec efflorescences de soufre ; il renferme de rares débris végétaux hachés : *Lepidodendron*, etc.

Il est surmonté de schiste gris à rayure claire, avec *Anthracomya Williamsoni.*

2° Faisceau Vignoule-Guillaume

Au Nord de la faille des Aguesses, considérée, jusqu'ici, comme séparant le bassin des Plateaux de Herve d'avec le bassin de Liége, sont présentement exploitées les couches VIGNOULE et GUILLAUME.

Le toit de la couche **Vignoule** est un schiste foncé, à rayure bistre. Il renferme de nombreuses petites concrétions de pyrite, des débris végétaux flottés : tiges de *Lepidodendron*, *Calamites*, etc. ; des débris assez abondants de coquilles et de poissons et des ostracodes.

La couche **Guillaume** a comme toit, un schiste argileux foncé à rayure claire, passant rapidement au schiste psammitique où l'on trouve en abondance des coquilles d'*Anthracomya Williamsoni.*

La stampe entre ces deux couches est divisée par une VEINETTE surmontée d'un schiste argileux gris, avec barres de pyrite à la base. Des débris de plantes hachées assez abondants y sont associés à des écailles de poissons et *Lingula mytiloides.*

3° Faisceau Midi-Pixherottes

Dans une bacnure, au niveau de 100 mètres du puits Homvent (bacnure n° 3, planche 1), on recoupe du Nord vers le Sud les couches OISEAU DE PROIE, PIXHEROTTES, BEAUJARDIN, FROUHIN, etc., dans une partie aujourd'hui inaccessible, les veinettes n°s 1 et 2 et la couche MIDI, toutes, partiellement exploitées d'après la carte des Mines.

Entre les couches OISEAU DE PROIE et PIXHEROTTES, une cassure traverse la bacnure.

Les toits des couches FROUHIN, BEAUJARDIN et PIXHEROTTES présentent tous les caractères des toits des couches LAIRESSE, HOMVENT et CINQ POIGNÉES.

B. — Discussion des Synonymies

1° Faisceau Oiseau de Proie-Cinq Poignées

Comparant les caractères du faisceau Oiseau de Proie-Cinq Poignées à ceux que nous avons relevés des séries stratigraphiques de Marihaye du groupe de Seraing et de Wérister du groupe de Herve, nous concluons que la série de Homvent comprise entre les couches Oiseau de Proie et Cinq Poignées est absolument parallèle à la série Graindorge à Mauvais Deye de Marihaye, d'une part, à celle de Cowette à Pixherottes, d'autre part.

Les différences que nous avons signalées entre les deux séries de Seraing et de Wérister se retrouvent atténuées dans la série de Homvent, qui ressemble plus encore à la série de Seraing que celle de Wérister.

En effet, passons en revue de haut en bas, la série des niveaux. Les caractères de la couche Oiseau de Proie sont bien ceux de la veinette Cowette à Wérister.

La stampe de 30 mètres de schiste argileux avec nodules paniformes abondants, qui forme le toit de la veinette gisant à 30 m. sous la couche Oiseau de Proie, se retrouve tant au toit de Petit-Joli-Chêne, à Seraing, que, plus encore, au toit de Petite Delsemme, à Wérister. De plus, l'horizon à *Cordaites* existe à quelque distance dans le mur de ces couches ou veinettes dans les trois séries.

La ressemblance des toits des couches Maldaccord et Grande Delsemme est remarquable ; et ces deux couches, comme Grand-Joli-Chêne, sont flanquées de *veinettes* : une dans le toit, trois dans le mur ; la plus inférieure des trois reposant partout sur un banc de grès.

A mi-stampe, entre Maldaccord et Homvent, nous retrouvons la veinette à *Lingula mytiloides*, synonyme de Lairesse.

Le facies du toit de la couche Homvent est celui de la couche Désirée de Seraing, encore que, dans un gros nodule très régulier, recueilli par M. Jacquemin, Directeur des Travaux du Charbonnage de Homvent, au toit de la couche Homvent à l'étage de 475 m., nous ayons trouvé les mêmes *Gastrioceras Carbonarium*. qu'au toit de la couche Bouxharmont, à Wérister.

Enfin, l'horizon à *Lingula mytiloides* que nous signalons au toit de la veinette sous HOMVENT et l'horizon à *Anthracomya Williamsoni* du toit de la couche CINQ POIGNÉES, nous permettent d'assimiler ces couches à la veinette sous BOUXHARMONT et à la couche PIXHEROTTES d'une part, et, d'autre part, à MAUVAIS DEYE et à la veinette inférieure à cette dernière couche.

2° Faisceau Vignoule-Guillaume

Ces caractères sont aussi au Nord de la faille des Aguesses, ceux de la veinette sous VIGNOULE et de la couche GUILLAUME, le toit de la couche VIGNOULE rappelant celui de DÉSIRÉE.

Dans la concession de Violette à Jupille, les couches SAURUE et VIOLETTE, les plus inférieures du gisement, appartiennent également à cette série. La couche SAURUE, en effet, a, au toit, un schiste pyriteux renfermant d'abondants débris végétaux.

Le toit de VIOLETTE est un schiste noir à rayure grise, avec *Anthracomya Williamsoni*.

La stampe séparant ces deux couches est divisée par deux veinettes distantes de 7 mètres dont la supérieure a, au toit, un schiste fin, foncé, pyriteux, renfermant *Lingula mytiloides*.

3° Faisceau Midi-Beaujardin

Nous avons assimilé les couches inférieures de ce faisceau, FROUHIN, BEAUJARDIN et PIXHEROTTES aux couches LAIRESSE, HOMVENT ou BOUXHARMONT et CINQ POIGNÉES.

Nous sommes donc autorisés à synchroniser les veinettes MIDI et N°s 1 et 2 d'une part, et les couches PETITES DELSEMME et GRANDE DELSEMME, d'autre part. Cette synonymie n'a rien d'absolument certain ; mais, remarquons que les distances en stampe normale entre la couche MIDI, la veinette n° 2 et FROUHIN sont les mêmes qu'entre PETITE DELSEMME, GRANDE DELSEMME et LAIRESSE.

Cette synonymie a d'ailleurs été admise en partie par M. de Macar.

Conclusions

Les séries Seraing-Liége, Homvent et Wérister sont donc bien parallèles. Les différences que nous avons indiquées dans les caractères stratigraphiques s'expliquent surtout par le fait que ces trois séries sont séparées par des failles de charriage, à l'étude desquelles nous consacrons le second chapitre.

Le tableau suivant résume nos conclusions. Il donne la synonymie des couches et l'épaisseur moyenne des stampes qui les séparent.

IIe Partie : TECTONIQUE

Pour établir la série stratigraphique de la série des couches inférieures dans les concessions de Wérister, Cowette-Rufin et Homvent, nous avons étudié un certain nombre de travers-bancs, qui recoupent plusieurs cassures très importantes, dont trois, les failles de Quatre-Jean, de Bellaire et des Aguesses ont été signalées par M. Renier (1).

Nous résumerons nos observations relatives à ces failles, en examinant quelques galeries, parmi les plus intéressantes, où ces accidents ont été rencontrés.

A. — Faille des Onhons

La bacnure n° 1 (planche I) part d'une plateure dans la couche Grande Delsemme, au niveau de 440 m. du puits de Wérister et se dirige vers le Sud. Elle recoupe les terrains supérieurs à la couche, puis s'engage dans une région dérangée, limitée par une cassure nette, inclinée à 45° vers le sud. A quelques mètres au Sud de la cassure, on observe une couche dérangée en dressant, d'inclinaison nord ; puis, dans du grès très dur, un anticlinal cassé, et, enfin, à 50 m. du dressant, une couche de 50 cm. de puissance en plateure 45° d'inclinaison sud (fig. 1).

(1) A. Renier. Les relations stratigraphiques et tectoniques des gisements houillers de Liége et des Plateaux de Herve. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XLII, 1919, p. B 79-88.

Groupe Liége-Seraing				Groupe de Herve				
MARIHAYE	VIOLETTE			HOMVENT				WÉRISTER
Graindorge				Oiseau de Proie				Cowette
27 m.				30 m.				31 m.
Petit Joli Chène				Veinette		Midi		Petite Delsemme
2,50 m.				9 m.				8 m.
Veinette a Cordaites				Veinette a Cordaites				Veinette a Cordaites
40 m.								
				37 m.				35 m.
Grand Joli Chène			*Faille des Aguesses.*	Maldaccord	*Faille de Bellaire.*	Nos 1 et 2	*Faille de Quatre-Jean.*	Grande Delsemme
46 m.				48 m.				44 m.
Lingula				*Lingula*				*Lingula*
Lairesse				Veinette		Frouhin		Lairesse
34 m.				44 m.				40 m.
Désirée	Saurue	Vignoule		Homvent		Beaujardin		Bouxharmont
28 m.	22 m.	+ 30 m.		30 m.				30 m.
Lingula	*Lingula*	*Lingula*		*Lingula*				*Lingula*
Mauvais-Deye	Veinette	Veinette		Veinette		Veinette		Veinette
10 m.	15 m.	+ 20 m.		20 m.				20 m.
Anthracomya		*Anthracomya*		*Anthracomya*				*Anthracomya*
Williamsoni		*Williamsoni*		*Williamsoni*				*Williamsoni*
Veinette	Violette	Guillaume		Cinq Poignées		Pixherottes		Pixherottes

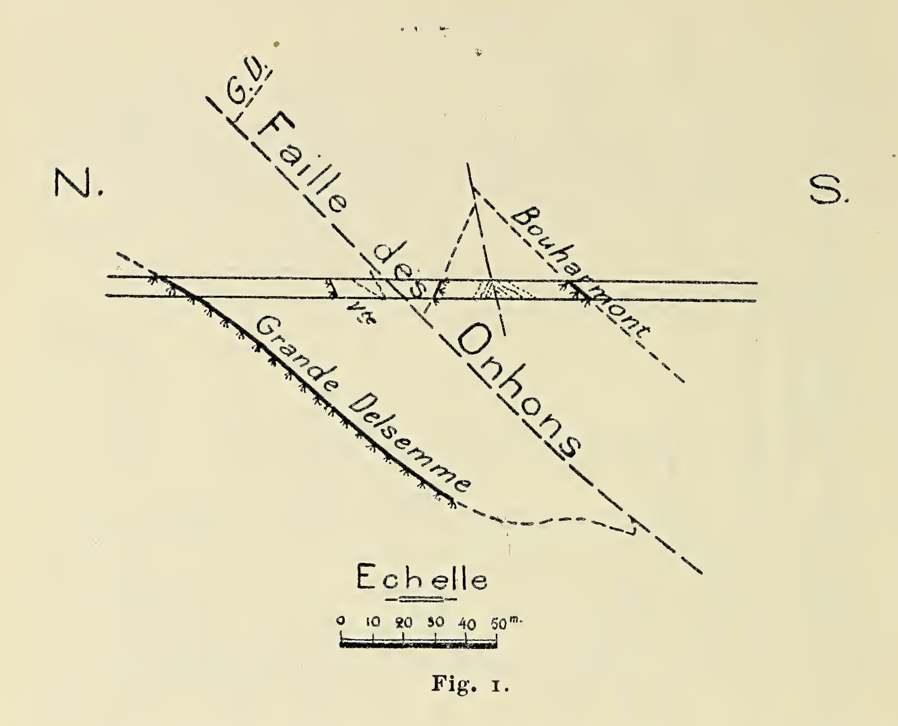


Fig. 1.

Le dressant et la plateure, au sud de la faille, ont, au toit, le même schiste à fossiles marins : *Lingula mytiloides*.

En plus, au toit de la plateure, on trouve de gros nodules à *Gastriocéras Carbonarium*. Ces caractères sont ceux du toit de la couche Bouxharmont.

La cassure met donc en contact le haut toit de la couche Grande Delsemme et le toit de la couche Bouxharmont. Le rejet apparent, mesuré suivant le plan de faille, est d'environ 170 m. »

Cette cassure peut être suivie vers l'est dans les travaux d'exploitation ; elle ondule en épousant sensiblement la direction des couches (Planche I).

Elle a été traversée par l'avaleresse du Puits n° 2 à la profondeur de 600 mètres ; son inclinaison, qui est de 14° S.-E., diminuerait donc en profondeur.

Plus à l'est, d'autres bacnures ont également recoupé la faille ; son rejet paraît y être quelque peu moindre.

* * *

L'allure de cet accident est approximativement celle de la faille entrevue, dès 1880, par M. de Macar dans les descriptions et tracés de sa carte des mines (1). Nous lui avons conservé le nom de FAILLE DES ONHONS, que cet auteur lui a donné.

Cette faille inverse n'est pas un pli faille, mais une faille de charriage proprement dite. L'examen des coupes détaillées, levées banc par banc, des bacnures qui ont traversé cet accident, montre qu'il n'est pas situé en pleine zone de dressants : le massif inférieur est en allure de plateure ; et, quant au massif supérieur lorsque ses strates ont mur au sud, leur inclinaison se fait vers le nord, c'est-à-dire en sens inverse de celle de la faille.

B. — Faille de Quatre-Jean

Lors des recherches préparatoires au travail que nous venons de citer, M. Renier avait indiqué comme probable le passage d'une faille dans une bacnure vers nord dans la concession de Cowette (Bacnure n° 2, pl. I).

Nous avons relevé la coupe détaillée des terrains traversés par cette bacnure.

Elle part de la couche GRANDE DELSEMME plateure, traverse un anticlinal qui ramène le dressant de cette même couche, puis les terrains supérieurs. Elle recoupe trois fois sur vingt mètres de longueur, une veinette qui décrit d'abord un synclinal, puis un anticlinal cassé (fig. 2). C'est la VEINETTE *à Cordaites*, inférieure à PETITE DELSEMME, couche recoupée au-delà, en dressant renversé.

Dans le toit de la couche, apparaissent des cassures peu importantes, puis une zone failleuse, où se succèdent les dérangements que nous allons examiner séparément.

a) A 32 m. au nord de PETITE DELSEMME, une discordance de stratification nette met en contact, au sud, les bancs de schiste du haut toit de cette couche, inclinés 40° S, et, au nord, un banc de grès vertical. L'épaisseur de ce grès est la plus grande au ciel

(1) DE MACAR. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. VI, 1880, p. 210.

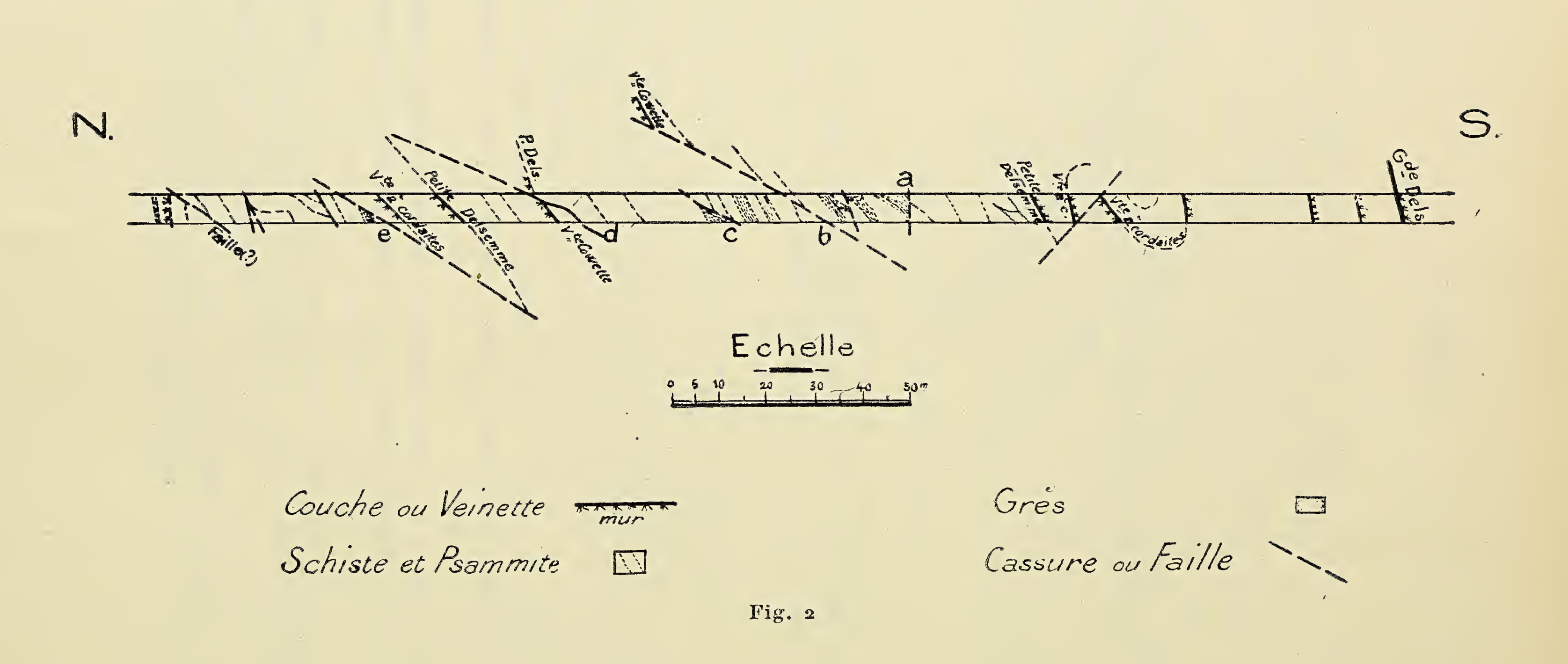

N.
S.
Gde Dels.
Petite Delsemme
Vte à cordaites
P. Dels.
Vte Cowelle
Petite Delsemme
Vte à cordaites
Faille(?)
a
b
c
d
e
Echelle
0 5 10 20 30 40 50m
Couche ou Veinette
mur
Schiste et Psammite
Grès
Cassure ou Faille

Fig. 2

de la bacnure, si bien que, au delà de ce banc, l'inclinaison des terrains varie de 33° à 40° S. Les terrains sont très dérangés et formés d'alternanees de schiste psammitique et de grès.

b) Une cassure, inclinée 28° S, est recoupée à 48 m. au nord de PETITE DELSEMME. Sa lèvre sud est un schiste psammitique fossilifère, renfermant des végétaux assez abondants, mais surtout en débris ; ces bancs ont pente 34°S. La lèvre nord est formée de psammite 40° S.

c) 20 mètres au nord de la cassure *b*, des bancs de schiste et psammite, 40° à 50° S, reposent en discordance de stratification sur le versant en plateure 15° S. d'un banc de grès d'allure anticlinale, dont le versant nord est un dressant de 60° S.

d) Cassure à 60 m. au nord de *b* ; elle est plissée ; son inclinaison moyenne dans la bacnure est de 35° S.

La série découverte entre les accidents *c* et *d* présente tous les caractères de la stampe supérieure à la couche PETITE DELSEMME, jusqu'au toit immédiat de la couche qui touche à la cassure *d*. Sous celle-ci, une couche entre murs, assez régulière sous le point de recoupe par la cassure.

La bacnure traverse alors, dans l'ordre, les terrains suivants : psammite, schiste compact, schiste argileux, à nodules paniformes de sidérose abondants ; schiste foncé, toit d'une veinette de 20 à 40 cm. de houille, recoupée à 40 mètres au nord de *d* ; et, enfin, 12 m. plus au nord, seconde veinette.

Cette stampe très régulière s'identifie facilement : la veinette recoupée à 40 m. de *d* est la PETITE DELSEMME, suivie de la veinette à *Cordaites*. Sous la cassure *d*, on aurait, dans ces conditions, la veinette COWETTE.

e) Dans le mur de la veinette à *Cordaites* apparait une nouvelle cassure. Son inclinaison est de 31° S. Elle ramène au nord, au delà d'un banc de grès, une série assez semblable à la précédente et à 60 mètres de *e*, une veinette en étreinte.

L'identification de cette veinette est difficile, tant les terrains sont dérangés, plissés et traversés par des cassures, surtout dans les trente derniers mètres de la bacnure, arrêtée à 65 m. de *e*.

* * *

Quelle est l'importance de chacun de ces accidents ?

Remarquons d'abord qu'avant de pénétrer dans cette région dérangée, la bacnure traverse des terrains en dressants légèrements renversés, avec toit au nord. Au delà de la cassure *b*, toutes les couches sont en plateure et ont leur toit au sud. Un synclinal a donc été traversé ; il n'est pas visible dans la bacnure.

Or, un montage de reconnaissance, creusé suivant la trace de la cassure *b*, atteint, à 40 m. de la bacnure, une veinette dérangée, en plateure, dont le toit est la paroi sud et a tous les caractères de celui de la veinette COWETTE.

Il y a donc, entre ce point du montage et le dressant de PETITE DELSEMME, plus au sud, une solution de continuité dans la bacnure : le dressant de cette veinette et le synclinal réunissant dressant et plateure, manquent.

Suivant le plan de cassure *b*, vraisemblablement, il se serait produit un laminage affectant ainsi le dressant.

Le dérangement *a* pourrait bien représenter le synclinal cassé.

La cassure *b* a une direction perpendiculaire à celle de la bacnure. Cette direction, de même que son inclinaison, se concilient bien avec celles de la faille de QUATRE-JEAN, à l'ouest du puits Mairie de la concession de Quatre-Jean (pl. I). C'est pourquoi nous donnons à la cassure *b* le nom de FAILLE QUATRE-JEAN. Son rejet apparent semble être ici peu important.

Quant au rejet des cassures *c*, *d* et *e*, il est impossible de l'interpréter actuellement de façon absolument satisfaisante dans le détail. Les assimilations que nous sommes portés à adopter conduiraient à la construction d'une coupe dont l'explication mécanique serait en contradiction avec les idées admises comme rationnelles au sujet des mouvements tectoniques de l'Ardenne.

Disons toutefois que ces cassures *c*, *d* et *e*, nous paraissent être dues à l'accentuation de plissements produits par le rapprochement des failles de Quatre-Jean et de Bellaire.

C. — Faille de Bellaire

Au delà de la limite commune des concessions de Wérister et de Homvent, la première couche exploitée dans la concession

de Homvent, la couche OISEAU DE PROIE, se place stratigraphiquement, à 45 m. au-dessus de la couche PETITE DELSEMME, recoupée entre les accidents *d* et *e* par la bacnure, que nous venons d'étudier.

Il existe donc encore une faille, non atteinte par cette bacnure, mais dont le dérangement des terrains à son extrémité nord, semble annoncer l'approche. Cette faille ramènerait pour la troisième ou la quatrième fois depuis la cassure *b*, les terrains de PETITE DELSEMME dans la bacnure, supposée prolongée jusqu'à la couche MALDACCORD dans la concession de Homvent. Cette faille met donc en contact des terrains sensiblement du même âge. Son rejet paraît peu important et du même ordre que celui de la faille de Quatre-Jean. Nous l'assimilions à la *faille de Bellaire.*

* * *

Mais si nous essayons de raccorder les plateures de la concession de Homvent avec les plis, qui correspondent au sud de la faille, nous nous heurtons à de sérieuses difficultés.

Fig. 3.

En effet, si une faille inverse affecte une couche en plateure et en relève la lèvre sud, nous devons, en partant du point faillé de la branche inférieure de la couche et en cheminant suivant la faille du sud vers le nord dans le sens de la poussée, aborder par son mur la branche supérieure de la couche (fig. 3). Or, dans le cas qui nous occupe (fig. 4) nous abordons dans ces conditions, la couche par son toit. Le rejet constaté n'est donc qu'apparent. Dans son mémoire sur *La structure du bassin houiller de Liége dans les environs d'Angleur* (1), M. Stainier a fait observer que le rejet stratigraphique diffère parfois du rejet réel, c'est-à-dire le chemin parcouru, le long du plan de faille, par le massif au toit de la faille, par rapport au massif du mur supposé immobile.

(1) *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XXXVII, 1910, pp. M47-72.

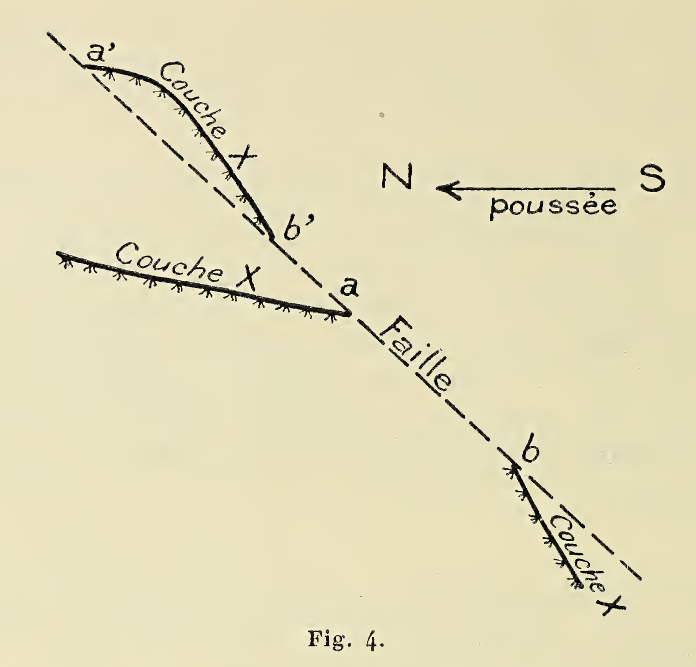


Fig. 4.

Pour obtenir le rejet réel, considérons, fig. 4, une couche X recoupée par une faille en *a*. Supposons qu'en remontant le plan de faille suivant la lèvre supérieure, nous trouvions d'abord le toit de la même couche. Ce lambeau de la couche, au sud, n'est pas le correspondant de la plateure nord. Pour atteindre le point *a* rejeté, nous devrons continuer à suivre le plan de faille jusqu'un nouveau point *a'*, où cette même couche touche une seconde fois la faille au sud.

Le point *a'* étant le correspondant de *a*, le premier point rencontré en suivant le plan de faille au sud, le point *b'* aura aussi son correspondant au nord dans le massif au mur de la faille : c'est le point *b*, inférieur à *a* et tel que les distances *a'b'* et *ab* soient égales.

Nous devrons donc, pour retrouver au sud de la faille de Bellaire, les couches correspondant aux plateures nord, remonter au toit de la faille vers une seconde recoupe de ces couches.

* * *

Les travaux du Charbonnage de Homvent vont nous éclairer sur ce point (voir coupe AB, pl. I).

La cassure que nous avons signalée au niveau de 100 mètres du puits Homvent, dans la bacnure n° 3 planche I, incline vers le sud d'environ 45°.

Au nord de cette cassure, la couche OISEAU DE PROIE, recoupée à la profondeur de 100 m., a été exploitée jusqu'à la profondeur de 475 m. tandis que, au sud, la trace de PIXHEROTTES se perd vers la profondeur de 150 m. et celle de BEAUJARDIN vers celle de 250 m. FROUHIN a été irrégulièrement déhouillé jusqu'à la profondeur de 275 m., où les travaux sont arrêtés à un dérangement.

La planche groupe tous ces éléments. C'est une coupe faite suivant le plan vertical, dont la trace AB est figurée sur la planche I.

Les points où sont arrêtées les exploitations dans les couches PIXHEROTTES, BEAUJARDIN et FROUHIN, correspondent, à notre avis, au passage de la faille de Quatre-Jean et prolongent la trace connue de cette faille dans la bacnure de 400 mètres de Cowette. D'autre part, au charbonnage de Homvent, au nord de la cassure recoupée dans la bacnure à 100 m., l'allure des terrains est bien régulière ; on ne voit plus trace de dérangement et les couches ont été suivies par les travaux d'exploitations jusqu'au niveau inférieur de 475 m. Il en résulte donc que cette cassure constitue au niveau de 100 m., la limite nord de la zone failleuse et que, prolongée sous le niveau de 100 m., elle correspondrait à la cassure non encore atteinte par la bacnure de l'étage de 400 m. du puits de Cowette. Son inclinaison qui est de 45° S au niveau de 100 m., diminue vraisemblablement en profondeur. A la profondeur de 400 m., elle passe aux environs de la limite entre les concessions de Homvent et de Wérister. La pente des couches, exploitées à Homvent, diminue aussi vers cette profondeur.

La faille de Bellaire et la faille de Quatre-Jean semblent se rencontrer dans le plan de la coupe planche II, sous le niveau de 100 mètres. L'état actuel de nos connaissance ne nous permet pas d'établir les relations qui existent entre ces failles ; mais à l'ouest, dans la primitive concession de Wérister, des travaux ont été arrêtés à un dérangement situé plus au nord que le point obtenu en prolongeant, en ligne droite, vers l'ouest, la direction de la faille de Quatre-Jean.

Cette direction semble remonter vers le nord et se rapprocher de la faille de Bellaire. Le point de rencontre des deux failles s'enfoncerait donc vers l'ouest. D'autre part, dans la concession de Quatre-Jean, la distance entre ces failles augmente et le massif entre failles devient plus important et aussi plus riche. Or, les ennoyages se font vers l'ouest dans toute d'étendue de la concession de Cowette. Le point de rencontre des failles suivrait aussi cette loi et nous sommes portés à croire que c'est à l'accentuation du plissement produit par le rapprochement de ces failles, qu'il faut attribuer les cassures, d'apparences normales, que nous signalons plus haut dans la bacnure n° 2.

En fait, nous croyons qu'il faut considérer l'ensemble des cassures comprises entre les failles de Quatre-Jean et de Bellaire, comme étant le résultat d'une même poussée ayant provoqué le charriage du massif du toit de ces failles, le mur de la faille de Bellaire étant resté en place.

* * *

Rejet réel de la faille de Bellaire. — Dans la bacnure de 100 m., la faille de Bellaire met en contact : au nord, le toit de la couche OISEAU DE PROIE et, au sud, le mur de la couche de PIXHEROTTES.

A 400 mètres, les terrains en contact sont, d'une part, le toit de la couche OISEAU DE PROIE, et, de l'autre, le toit de PETITE DELSEMME.

Le rejet stratigraphique est donc d'environ 200 mètres au niveau de 100 mètres et seulement de 50 mètres au niveau de 400 m.

Le rejet réel ne peut être évalué qu'avec une certaine approximation en considérant dans son ensemble, le charriage produit par les deux failles.

Les couches exploitées au nord de la faille de Bellaire sont en plateures normales, avec toit au sud. En cheminant suivant le plan du charriage au toit de la faille de Quatre-Jean, nous abordons par le toit toutes les couches en plateures : COWETTE, MIDI, etc., jusque PIXHEROTTES. Donc, ainsi que nous l'avons établi plus haut, (fig. 4), les plateures des couches PIXHEROTTES, BEAU-JARDIN, etc., ont dû, vers le haut, dans la partie enlevée par les érosions de la surface, avoir un second point qui, avant charriage, était en contact avec les mêmes couches exploitées au nord, au point où elles touchent la faille de Bellaire.

En mesurant, coupe A B, la distance entre le point supérieur obtenu en prolongeant jusque la faille la trace sud de la couche PIXHEROTTES, au-dessus de 100 m., et le point où la couche CINQ POIGNÉES est coupée par la faille de Bellaire, sous 400 m., nous aurons l'importance du rejet réel. Il est d'environ 1000 mètres. C'est un minimum, car nous ne connaissons pas la position exacte de ce point supérieur.

* * *

Massif inférieur. — Si par la pensée, nous ramenons le point supérieur de la couche PIXHEROTTES, au toit de la faille, en contact avec le point correspondant du massif au mur de la faille, massif supposé resté en place, le massif charrié reprendra la place qu'il occupait avant le déplacement. Nous devrons donc comme l'indique la fig. 4, retrouver en profondeur, au mur de la faille, le massif correspondant à la première recoupe de ces couches par le plan de faille.

Or, la faille de Quatre-Jean a cassé un synclinal, nous devrons donc retrouver le pli correspondant sous la faille de Bellaire.

Pour obtenir un premier point de ce massif, nous mesurerons la distance comprise entre les deux points de contact de la couche PIXHEROTTES au toit de la faille , à partir du point de contact de la couche CINQ POIGNÉES, synonyme de PIXHEROTTES : c'est le point supérieur de la couche CINQ POIGNÉES dans le massif en place. Pour dessiner la trace de cette couche, nous supposons que la pente soit la même que celle de la couche charriée. Puis, en nous basant sur la constance de l'épaisseur des stampes, nous dessinons les traces des couches HOMVENT et MALDACCORD, parallèles à CINQ POIGNÉES.

Il reste à dessiner le synclinal. A cet effet, remarquons que la distance entre les points de contacts, à la faille de Quatre-Jean, de même qu'aux plans de cassures nord, de la plateure et du dressant de GRANDE DELSEMME, est de 300 mètres. Nous reportons cette distance au mur de la faille de Bellaire et nous traçons le dressant de MALDACCORD, puis ceux de HOMVENT et CINQ POIGNÉES, comme nous l'avons fait pour la plateure et nous raccordons, pour chaque couche, les deux versants du synclinal.

* * *

Considérée dans son ensemble, la faille de Bellaire est donc plus qu'une faille inverse, c'est un charriage à travers plis, dont le rejet réel, mesuré suivant le plan de faille, est de plus de 1000 m. Elle est précédée de failles accessoires, dont la faille de Quatre-Jean, de rejet apparent, relativement peu important. Le charriage produit par cette faille a laissé en place, outre le massif exploité actuellement dans la concession de Homvent et qui descend jusqu'à la profondeur de 800 mètres, un second massif, non encore exploré, qui, d'après notre coupe, s'étendrait, dans le plan considéré, entre les profondeurs de 800 et 1500 mètres.

Un seul point de recoupe d'une faille ne permet pas de mesurer son rejet latéral. Ce rejet, de même que l'inclinaison des ennoyages et l'aplatissement probable de la faille en profondeur, peuvent encore modifier la position que nous attribuons au massif en place.

D. — Faille de Homvent et Faille des Aguesses

Au nord du puits Homvent, le gisement de cette concession est encore affecté par deux failles inverses, qui ont été recoupées, notamment, par les bacnures nord aux étages de 250 m. et de 400 m. (Bacnure n° 4, Planche I).

Ce sont deux cassures plus simples que la faille de Bellaire : les terrains avoisinants ne sont plus aussi dérangés. Leur pente est de 40 à 45° S.

Nous donnons le nom de FAILLE DE HOMVENT à la première. Elle relève au sud les couches HOMVENT et CINQ POIGNÉES. Son rejet, suivant le plan de faille, est de 250 m. environ.

La seconde est considérée comme le prolongement oriental de la *faille des Aguesses* (1). Elle relève au sud les couches HOMVENT et CINQ POIGNÉES, que nous avons identifiées avec les couches VIGNOULE et GUILLAUME, exploitées au nord de la faille. Les couches VIGNOULE et GUILLAUME ont toujours été considérées comme appartenant au bassin de Liége ; HOMVENT et CINQ POIGNÉES au groupe des plateaux de Herve.

(1) Cf. O. LEDOUBLE. *Pp. laud.*, p. 554.
P. FOURMARIER. A propos de la faille des Aguesses. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XLIII, p. B91.

Le rejet apparent de la faille des Aguesses, suivant le plan de la faille, est d'environ 200 mètres. De part et d'autre de cette faille, les caractères stratigraphiques présentent d'ailleurs des variations moindres que, par exemple, de part et d'autre de la faille de Bellaire.

IIIe Partie. — CONCLUSIONS

M. Fourmarier [1] a montré que la partie méridionale du gisement houiller des plateaux de Herve est constituée d'une série de lambeaux de poussée, compris entre faille d'inclinaison sud relativement faible.

Nous sommes amenés à conclure que semblable structure imbriquée se retrouve dans tout l'ensemble de ce gisement.

Les caractères stratigraphiques vont se modifiant progressivement d'un massif au suivant.

Dans la partie du bassin que nous venons d'étudier, la faille de Bellaire, avec les cassures secondaires qui l'accompagnent, est de loin, l'accident le plus important.

C'est d'ailleurs de part et d'autre de cette faille que nous avons constaté le plus de variations dans les caractères des couches et des stampes.

Si l'on devait conserver la division du terrain houiller de Liége en deux bassins, c'est la faille de Bellaire qui, à notre avis, devrait en marquer la limite. Mais, en somme, les affinités de caractères que nous avons constatées entre le bassin de Liége et celui des plateaux de Herve sont telles qu'il nous paraît plus rationnel de les considérer comme une formation unique.

Toutes les couches et veinettes des plateaux de Herve ont leurs synonymes dans le bassin de Liége. La richesse incontestablement plus grande du groupe de Herve est due à la seule structure imbriquée provoquée par les failles que nous venons d'étudier.

[1] P. Fourmarier : Structure de la partie méridionale du bassin houiller de Herve. *Ann. Soc. Géolog. Belgique*, t. XXXVII, 1910, pp. M210-234.

Les couches inférieures des plateaux de Herve. Leurs relations avec le bassin de Liége, par Em. Humblet

Rapport de M. O. Ledouble, *1er rapporteur*

Le mémoire de M. Humblet « Les couches inférieures des Plateaux de Herve. Leurs relations avec le bassin de Liége » est la continuation des remarquables études que cet ingénieur a présentées à la *Société Géologique* et qui sont publiées dans les Annales de la Société sous les titres : « Vue d'ensemble sur les caractères stratigraphiques de la partie inférieure de l'assise de Charleroi dans le bassin houiller de Liége », (tome XLII) et « Contribution à l'étude stratigraphique du bassin houiller de Liége, rive droite de la Meuse » (tome XLIII).

Dans la première partie de ce mémoire, M. Humblet continue l'étude détaillée du bassin houiller de Liége par l'examen des stampes des couches inférieures des Plateaux de Herve exploitées dans la concession de Trou-Souris Houlleux Homvent (charbonnages de l'Est de Liége) et fixe la synonymie de ces couches avec celles du bassin de Seraing. Il complète et justifie, dans leur ensemble, les idées émises par M. Renier dans le mémoire intitulé : « Relations stratigraphiques et tectoniques des gisements houillers de Liége et des Plateaux de Herve » (tome XLII, 1919 des Annales) ; il explique ainsi l'insuccès du sondage de Melin et des travaux de reconnaissanee faits dans le Nord de la concession de la Minerie.

Dans la seconde partie de son travail, M. Humblet étudie d'une façon complète, précise et détaillée, les failles qui se trouvent dans la région considérée ; cette partie du mémoire, du plus haut intérêt au point de vue de l'exploitation minière, est très bien traitée ; il serait désirable que cette étude fût étendue à la concession des Quatre Jean dans laquelle de récents travaux ont fait reconnaître des lignes de fracture analogues qui permettraient d'indiquer d'une façon exacte la direction des failles.

Je constate une fois de plus le grand mérite de l'œuvre à laquelle s'est attaché M. Humblet ; cependant, je pense que cette œuvre serait meilleure encore si, à la coupe verticale jointe au présent mémoire, était annexé un tracé horizontal indiquant à un niveau déterminé l'allure des couches et des fractures.

Je félicite M. Humblet de la coopération active et minutieuse qu'il apporte à la connaissance du bassin houiller et je propose bien volontiers la publication du mémoire et de ses annexes dans les *Annales de la Société Géologique.*

O. Ledouble.

Rapport de M. A. Renier, *2e rapporteur*

En 1919, tout au début de la reprise des travaux de la *Société Géologique de Belgique*, j'ai fait connaître, aussi complètement que le permettait l'état de mes recherches, les conclusions nouvelles auxquelles m'avaient conduit de récentes études sur les relations stratigraphiques et tectoniques des gisements houillers de Liége et des plateaux de Herve. Les circonstances ne m'avaient cependant pas permis d'examiner à fond divers points intéressants, notamment la constitution de la concession de Homvent.

M. Emile Humblet a bien voulu entreprendre cette mise au point, à laquelle son exploration de la concession de Wérister l'avait tout naturellement préparé. L'étude détaillée à laquelle il s'est livré a fourni nombre de précisions et, il fallait s'y attendre, quelques rectifications. Aussi son nouveau mémoire présente-t-il le plus vif intérêt.

En ce qui concerne la stratigraphie, je dirai que mes observations, poursuivies de façon indépendante, concordent entièrement avec celles de l'auteur. Nos conclusions ne diffèrent manifestement qu'en ce qui concerne la synonymie de la couche *Oiseau de proie*. Ce n'est toutefois pas sans hésitation que j'avais finalement parallélisé cette couche avec *Grande Delsemme*, d'une part, à *Maldaccord* d'autre part. Cependant, mes investigations ne m'ayant pas révélé les véritables caractères paléontologiques du toit de la couche *Cowette*, j'ignorai qu'il y avait là un niveau floristique relativement important et qui pouvait être confondu avec celui de *Grande Delsemme*. C'est un aléa de la méthode dite

des horizons. J'avais néanmoins remarqué que, tout en présentant des analogies avec celle de *Maldaccord,* — analogies plus grandes que celles dont la description de M. Humblet donne la nuance, — la flore d'*Oiseau de proie* renfermait cependant les éléments plus jeunes, tel *Sphenopteris Laurenti,* et encore avait un facies un peu moins autochtone. Quoiqu'il en soit, je me ralie volontiers aux conclusions de M. Humblet, me bornant à faire observer que l'approximation du résultat des études paléontologiques est évidemment en rapport avec le détail dans lesquelles elles ont pu être poussées.

Le tableau qui clôture le premier chapitre fournit quelques données sur la puissance des stampes normales. On ne doit, à mon sens, y attacher qu'une importance relative. Semblables données réclament, pour être discutées et utilisées avec discernement, des précisions très grandes. Faute de quoi, les lois, qui régissent les variations des stampes, ne sont pas apparentes.

Nouvelles sont également les précisions que M. Humblet nous apporte sur la situation tectonique.

Ce que M. Humblet nous expose de la *Faille des Onhons,* au sujet de laquelle plus rien n'avait été dit depuis 40 ans, nous fait espérer qu'il saura y trouver un nouveau champ d'études.

Quant à la *Faille de Quatre Jean,* l'auteur se borne à nous donner une description minutieuse du seul travers-bancs qui ait traversé cette zone dérangée dans les concessions qu'il a explorées personnellement. Faute d'éléments, il ne veut pas en donner d'interprétation détaillée. Il n'en est pas moins amené à fournir des données intéressantes sur le prolongement occidental de cette cassure, que les cartes, jusqu'ici publiées, limitaient à la concession de Quatre Jean. M. Humblet confirme, en outre, qu'il s'agit d'une faille inverse d'inclinaison sud, ainsi que je l'avais établi dans la concession de Quatre Jean, en y rectifiant la synonymie du massif septentrional et en montrant que la prétendue branche de Beaujardin, exploitée au nord de la faille par le puits Montfeld, n'était autre que la couche Quatre Jean. Du coup, disparaissait l'une des anomalies tectoniques de cette région : l'existence d'une faille normale longitudinale, d'après les uns d'inclinaison nord, avec affaissement de la lèvre septentrionale, d'après les autres d'inclinaison sud avec affaissement de la lèvre méridionale (cf. de Macar,

J., Bassin de Liége, tracé des failles et des allures de couches, 1880, pl. VII, coupe 3 et 4 ; Ledouble, O., Notice sur la constitution du bassin houiller de Liége, 1906, pl. I et IV, coupe OP).

La *Faille de Bellaire* se trouve être, en dernière analyse, des plus importantes, puisque son rejet minimum serait d'environ 2.000 mètres. Plus encore que la faille des Onhons, c'est une cassure à travers plis, un charriage caractérisé. C'est là une découverte des plus considérables.

D'ailleurs, et la *Faille de Homvent* décrite ici pour la première fois par M. Humblet, et celle que la continuité des exploitations dans le massif sous-jacent conduit à considérer comme le prolongement oriental de la *Faille des Aguesses* ne sont bien, semble-t-il, que des failles accessoires et de faible rejet.

En conséquence, la limite des groupes de Liége et de Herve serait, non pas la faille des Aguesses comme certains l'ont admis jusqu'ici, mais plutôt la faille de Bellaire qui sépare, en effet, des massifs de caractères stratigraphiques quelque peu différents.

Souhaitons que les études, continuant à progresser vers l'Ouest, en reviennent aux environs d'Angleur, où se trouve le nœud des relations de ces failles de Quatre Jean, de Bellaire, de Homvent et des Aguesses avec la faille eifelienneproprement dite. Ainsi l'un des problèmes qui, a tant préoccupé la *Société Géologique de Belgique* depuis ses débuts, serait finalement solutionné.

M. Humblet a, en tout cas, fait faire un progrès considérable aux études.

C'est avec plaisir que je me rallie aux conclusions du premier rapporteur.

23 décembre 1921. Armand RENIER.

Rapport de M. A. FOURMARIER, *3e rapporteur*

A plusieurs reprises, j'ai soutenu la thèse de l'existence d'une importante faille de charriage séparant le houiller du groupe de Seraing-Herstal, du houiller des Plateaux de Herve ; tous les faits de la tectonique de notre province me semblaient indiquer qu'il doit en être ainsi. Par contre, la similitude de composition de la série houillère de part et d'autre paraissait à certains ingénieurs un argument en faveur de l'opinion contraire,

M. Humblet apporte, je pense, des arguments décisifs ; il est parvenu à établir la valeur relative des failles affectant le houiller dans le Nord du bassin des Plateaux de Herve ; si certaines d'entre elles sont des accidents d'ordre secondaire, il en est une, la faille de Bellaire, dont l'importance est capitale ; son rejet apparent est considérable et elle présente tous les caractères d'une faille de charriage.

J'avais admis comme mes devanciers que la faille des Aguesses du charbonnage d'Angleur se prolonge par la fracture qui, au charbonnage de Homvent, sépare le faisceau des couches Vignoule-Guillaume du faisceau des couches Cinq-Poignées-Homvent.

Il ne fait plus de doute, après les observations de M. Humblet, que si la faille des Aguesses à Angleur limite bien le lambeau refoulé des Plateaux de Herve, son prolongement dans la région exploitée par les charbonnages correspond à la faille qu'il dénomme faille de Bellaire, ou peut-être plus exactement à la zone failleuse limitée d'un côté par cette fracture et de l'autre par la faille de Quatre Jean.

Le tracé que j'ai donné de la faille des Aguesses dans mon dernier travail sur la question doit être reporté vers le Sud, dans cette partie du bassin tout au moins.

Je me rallie d'autant plus volontiers à cette manière de voir qu'elle supprime une anomalie de mon tracé.

Toutes les failles dont l'allure est bien connue dans la région sont sensiblement rectilignes et parallèles en direction ; d'après le tracé que j'avais adopté, la faille des Aguesses montrait sur une partie de sa longueur une allure en courbe ; en la raccordant à la faille de Bellaire, cette anomalie disparaît et le raccord avec les failles reconnues à l'extrémité de notre territoire se fait sans difficulté.

Par contre, le tracé que j'ai proposé à l'Est de la Berwinne se rapproche vraisemblablement de la réalité.

Je persiste à croire, bien que M. Humblet semble montrer quelque réserve à cet égard, qu'il existe une fracture de première importance séparant le houiller des Plateaux de Herve, de la zone

(1) *A propos de la Faille des Aguesses. Ann, soc. géol. de Belg.* t. XLIII. — *Bull.* 1920.

exploitée plus au Nord par les charbonnages de la vallée de la Meuse.

Je me joins aux deux premiers rapporteurs pour proposer l'impression dans nos *Annales* de l'important mémoire de M. Humblet.

Liége, le 1er février 1922. Paul Fourmarier.

BIBLIOGRAPHIE

Les industries minérales non métallifères à Madagascar

Conférence faite au Muséum d'histoire naturelle

PAR

M. A. LACROIX

Éditions de la *Revue Politique et Littéraire*
et de la *Revue Scientifique*. — 2 mai 1920.

On peut affirmer que c'est grâce aux travaux de l'éminent savant qu'est M. Lacroix que l'on peut aujourd'hui considérer la grande île de Madagascar comme l'une des plus riches au point de vue minéral. Pendant plus de vingt-cinq ans, il a poursuivi ses recherches, non seulement par des études faites sur place, mais encore en instruisant de nombreux coloniaux, industriels et fonctionnaires, à réunir les matériaux qu'il a pu examiner au laboratoire et qui ont conduit à des résultats des plus importants, non seulement au point de vue scientifique mais encore au point de vue industriel.

La conférence que je résume ici, et qui est faite dans ce style élégant auquel nous a accoutumé l'auteur, ne donne pas les résultats acquis au point de vue minéralogique pur ; mais M. Lacroix a attiré l'attention sur nombre de minéraux peu connus, ou nouveaux, qui provenaient de Madagascar, et ses efforts ont dû souvent être très grands pour montrer en France leur intérêt industriel et amorcer leur exploitation. Le succès a répondu à son attente.

Or, si le développement minier de notre colonie du Congo est entré dans une voie déjà prospère, on peut dire que, en plus du diamant, il n'intéresse encore que trois minéraux principaux : le cuivre, l'étain et l'or. Il est cependant très probable que notre colonie recèle d'autres richesses ; on y a décelé la monazite dans de nombreuses rivières ; le zircon s'y trouve également en abon-

dance, ainsi que l'oxyde d'aluminium sous forme de saphir [1]. Ce sont là des indices précieux et qui doivent attirer l'attention de nos ingénieurs-prospecteurs ; ceux-ci ne peuvent plus se borner à rechercher les minerais bien connus et d'usage courant, ils doivent aussi s'efforcer de reconnaître et de distinguer des minéraux sur lesquels peu de traités de minéralogie donnent des renseignements précis parce qu'ils étaient considérés, il y a encore peu d'années, comme des curiosités de collections mais qui, aujourd'hui, sont devenus, en quelques contrées, l'objet d'exploitations importantes.

A ce point de vue l'exposé fait par M. Lacroix pour Madagascar nous intéresse spécialement, et c'est une des raisons qui m'ont amené à en donner dans nos *Annales* un résumé bibliographique.



Après quelques considérations sommaires sur la géologie de la grande île, M. Lacroix insiste un peu plus longuement sur les phénomènes d'altération des roches qui y ont donné naissance au manteau de *terre rouge* recouvrant presque toute l'île, terre dont le terme ultime est la *latérite*. La ruissellement travaille sur cette terre en laissant, sur les sommets, sur les flancs des montagnes et au bas des pentes, les minéraux lourds et non oxydables. Ces terres rouges, enrichies ainsi en minéraux denses et inaltérés, constituent par places des *éluvions* qui sont peu à peu dégradées par les actions torrentielles, lesquelles, arrondissant les angles des cristaux, vont jusqu'à transformer en galets de gros cristaux de topaze ou de corindon.

Nous suivrons l'auteur dans l'ordre qu'il a adopté pour la description des minéraux utiles.

* * *

Graphite. — Ce minéral se trouve, à Madagascar, dans toutes les roches métamorphiques ayant une origine primordiale sédimentaire, mais, contrairement à ce qui se passe au Canada, où les gisements sont essentiellement calcareux, à Madagascar les gîtes exploitables sont localisés dans des gneiss et des micaschistes.

(1) Voir notamment la description que j'en ai donnée dans nos *Annales* en 1912, 1913 et 1914.

La teneur y varie de 0 à 80 %. Les lits riches affectent une allure lenticulaire. Le graphite, en lames de plusieurs centimètres, accompagne également les amandes et les bancs interstratifiés de pegmatites et de quartz blancs, auxquels ils constituent des enveloppes plus ou moins régulières.

Ces gîtes sont toujours très altérés superficiellement et ce sont ces parties superficielles, où tous les minéraux autres que le graphite et le quartz sont transformés en latérite, qui ont été exploités jusqu'ici. Le nombre de permis de recherches a monté de 2, en 1908, à 3.775, en 1918. L'exploitation se fait à ciel ouvert ; le débourbage s'effectue à l'aide de trommels et de tamiseurs à châssis multiples ; le produit est séché dans des fours rotatifs. Pour séparer le graphite du mica biotite altéré, dont la densité est voisine, on emploie la méthode électrostatique ou bien le procédé du flottage dans l'huile.

Le graphite se vend sur analyse d'après la teneur en carbone. Le prix, qui était de 400 francs la tonne à 85 % en 1914, s'est élevé à 1,200 francs la tonne à 90 % en 1917. La production a monté de 8 tonnes en 1907 à 35,000 tonnes en 1917.



Corindon. — Le corindon sous forme de gemmes (rubis, saphir) est rare à Madagascar. Le corindon opaque est, au contraire, exploité depuis 1910 et on en a produit 11 tonnes cette année, 1.098 en 1912 et 812 en 1919.

Ce corindon se trouve en cristaux gris ou rosés, de dimensions variables, pouvant atteindre 15 centimètres. Ces cristaux proviennent d'éluvions et leur gisement originel est le micaschiste. Au sud-est d'*Antsibaré*, le corindon apparaît dans un micaschiste à biotite avec grenat et sillimanite au contact du granite. Le magma granitique s'endomorphise par suite de la saturation de sa silice libre par l'alumine non combinée du sédiment originel ; il en résulte de la sillimanite et du corindon. M. Lacroix voit dans cet exemple une démonstration de la possibilité pour les magmas éruptifs de se transformer par absorption de sédiments.

L'exploitation se fait simplement par l'enlèvement à la main, par les indigènes, des cristaux disséminés dans les terres superficielles.

On exploite aussi, dans la rivière *Ambodilenga*, des blocs roulés pouvant atteindre plusieurs centaines de kilogrammes et formés presque uniquement de corindon ; l'origine de ces blocs peut être cherchée dans des gneiss.

Ces corindons sont concassés et broyés en Europe et classés en poudres de différents calibres. Notons ici que les abrasifs agissent non seulement par leur dureté mais encore par la forme de leurs grains qui doivent conserver des arêtes vives. Les corindons sont donc d'autant meilleurs qu'ils présentent des plans de séparation nets, plans qui ne constituent pas des caractères constants comme le clivage mais qui ont été acquis au cours d'actions orogéniques.

Les saphirs, s'ils sont trop foncés pour constituer des gemmes de valeurs, peuvent être employés pour former des crapaudines d'instruments de précision.

* * *

Titane. — Employés pour la fabrication au four électrique du ferro-titane, ainsi que pour la fabrication de mordants et de colorants, de verres opaques et d'émaux, etc., les minerais de titane sont très variés ; ils peuvent être constitués par de l'oxyde pur (*rutile*) ou par un titanate de fer (crichtonite) ou par un mélange de crichtonite et d'hématite (*ilménite*).

On a reconnu à Madagascar deux types de gisements : ou bien ils constituent des associations intimes de crichtonite et d'hématite, dans des gneiss, avec une teneur de 27 % en acide titanique; ou bien ils constituent des masses compactes, magnétiques, mélange de crichtonite et de magnétite, paraissant provenir de gabbros.

Pendant la guerre, le minerai, provenant de Madagascar, a été grandement employé à la fabrication du chlorure de titane produisant des vapeurs épaisses.

* * *

Radium — Uranium. — Il faudrait citer en entier les pages que M. Lacroix consacre aux minerais de ces métaux, car elles rassemblent des indications très utiles à de nombreux points de vue.

On y trouve tout d'abord l'indication des différents minerais d'uranium, lesquels, seuls — on le sait, — renferment du radium. Ce sont :

1° la *pechblende*, qui contient de 50 à 80 % d'oxyde ; les cristaux de pechblende (appelés : *uraninite, cléveite, bröggerite*) constituent des accidents minéralogiques des pegmatites, mais la pechblende se trouve en masses compactes associées, dans des filons, à des minerais de plomb, argent, bismuth, nickel, cobalt (Bohême, Saxe, Cornwall) et d'or (Colorado) ; ce minéral est un uranate d'uranyle ;

2 % l'*autunite*, phosphate d'urane et de chaux, qui imprègne des pegmatites et remplit leurs fentes de ses paillettes jaune d'or et qui est fortement exploitée dans le nord du Portugal ;

3° la *carnotite*, vanadate d'urane, de potasse et de chaux, qui colore en jaune des grès jurassiques du Colorado et de l'Utah, d'où l'on n'extrait que les parties renfermant de 2 à 3 % d'oxyde d'uranium.

A ces trois espèces minérales, les découvertes de M. Lacroix ont procuré à l'industrie française trois nouvelles espèces provenant de Madagascar :

1° la *betafite*, dont les cristaux octaédriques dépassent parfois la grosseur du poing ;

2° la *samiresite*, qui ne constitue peut-être qu'une variété de la betafite ;

3° l'*ampangabéite*, brun rouge, orthorhombique.

Ces minéraux sont « de la classe des titano-niobo-tantalates, » à laquelle appartiennent la *fergusonite*, la *samarskite*, l'*euxénite*, » anciennement connues ; ils présentent des caractères communs » qui attirent facilement l'attention sur eux ; la densité est supé- » rieure à 4, quand ils ne sont pas trop altérés; ils possèdent » tous un éclat gras très éclatant dû à leur haute réfringence. Le » plus souvent, leur couleur est noire ; quelques-uns cependant » sont d'un brun foncé. Même lorsqu'ils n'appartiennent pas au » système cubique, ils sont d'ordinaire monoréfringents, mais » certains d'entre eux prennent, ou plutôt reprennent la biréfrin- » gence que comporte leur symétrie et deviennent plus denses » quand on les chauffe au rouge et qu'on leur fait perdre ainsi » leur eau d'hydratation secondaire : à ce moment, ils développent

» une brillante incandescence. C'est ce que l'on appelle des » minéraux *pyrognomiques* ; ils partagent cette propriété avec » quelques silicates de terres rares (gadolinite, allanite etc.). »

Tous ces minéraux radioactifs sont donc assez aisés à reconnaître par leur couleur, leur densité et surtout par les essais de radioactivité, soit que l'on emploie la méthode photographique, soit que l'on veuille pousser plus loin la précision à l'aide d'électroscopes à feuilles d'or dont il existe des modèles portatifs. On sait que l'on compare, dans ce dernier essai, la vitesse de décharge de l'instrument à celle de l'oxyde noir $U\ O^2$ pris comme unité. Il n'est pas inutile d'ajouter ici que, dans tout minéral uranifère, on admet qu'une partie de radium correspond à environ 3.000.000 de parties d'uranium mais que cette proportion semble s'abaisser dans les parties altérées ; enfin, la valeur d'un minerai de radium est estimée soit par sa teneur en oxyde $U^3\ O^8$, soit par sa teneur en milligrammes de radium. Certains betafites se sont vendues jusque 15.000 francs la tonne [1].

Les minerais radioactifs constituent à Madagascar un sous-produit de pegmatites à béryls.

On y a trouvé aussi, à *Vinaninkarena*, un gisement d'autunite à la base d'alluvions formées de graviers, sables fins et argiles reposant sur un granite gneissique ; la base forme une zone argilo-grèseuse avec lits tourbeux que l'autunite imprègne particulièrement. La radioactivité du sédiment étant souvent plus forte que ne le comporte la teneur en paillettes d'autunite, il est probable que le phosphate d'urane subsiste en partie à l'état colloïdal, ce qui expliquerait aussi l'origine de l'urane trouvé dans le lignite de Suède appelé *kolm*, et aussi peut-être les dépôts de carnotite. L'autunite serait due à la précipitation, par des particules phosphatées, des alluvions de l'uranium résultant de la décomposition de minéraux uranifères de pegmatites.

La recherche des minerais d'uranium devrait se faire dans toute la zone périphérique du bassin du Congo ; on en a déjà trouvé des indices. Leur découverte pourrait donner naissance à une industrie nouvelle en Belgique. On sait que le radium,

(1) En Amérique, la valeur actuelle (1921) de la carnotite est de 1,5 dollar par livre d'oxyde d'uranium pour une teneur minimum de 1,5 % ; le vanadium contenu se paie 75 cents par livre de $V^2\ O^5$. Ces prix augmentent rapidement avec la teneur.

vendu à l'état de chlorure ou de bromure, sert à des recherches scientifiques, à des usages médicaux, à la fabrication d'écrans lumineux par phosphorescence. L'uranium n'est pas lui-même sans valeur ; il est utilisé dans l'industrie du verre et en céramique et à la fabrication d'alliages spéciaux. Si le développement de l'industrie du radium jetait sur le marché de grandes quantités d'uranium, il est probable que son emploi ne ferait que grandir.

* * *

Thorium. Cérium. — Aux sels de lanthane et de zircone essayés d'abord pour donner une vive incandescence sous l'action de la flamme du gaz, on sait que Auer a substitué la thorine additionnée de 1 % de cérine.

Le thorium n'a été connu d'abord que dans la *thorite* et dans sa variété l'*orangite*, mais on a constaté ensuite que le précieux oxyde était constant dans la *monazite*, quoique en proportion variable pouvant atteindre 10 %. Ce minéral, qui n'existe en gros cristaux que dans les pegmatites, où il est tout à fait accidentel, se rencontre au Brésil, dans la Caroline du Sud et dans l'Inde, dans des sables alluvionnaires, en cristaux parfois infiniment petits que l'on recueille cependant après avoir traité ces sables par des procédés hydrauliques et électromagnétiques.

Notons ici que le thorium, comme l'uranium, se désintègre et fournit deux variétés de *mésothorium*, dont la radioactivité est supérieure à celle du radium; de sorte qu'une tonne de monazite renferme environ l'équivalent de 2,5 milligr. de bromure de radium. Seulement l'action des sels de mésothorium s'atténue rapidement avec le temps, de sorte que le prix de vente de ses minerais est moitié moindre environ que celle des sels de radium.

De beaux cristaux de monazite ont été trouvés à Madagascar dans des pegmatites, et les sables monazités existent aussi dans l'île. M. Lacroix y a trouvé également de beaux cristaux de *thorianite* (oxyde de thorium et d'uranium) et appelle l'attention des prospecteurs sur cette espèce « facile à reconnaître parce qu'elle » cristallise en cubes noirs très réguliers, possédant une très grande » densité voisine de 9 et une radioactivité plus de 4 fois supé» rieure à celle de l'oxyde d'uranium ».

Les sels de terres cériques ont aussi trouvé un emploi important dans la fabrication d'alliages pyrophoriques : incorporé à

divers métaux, le cérium procure des alliages très durs qui, par le choc, donne des étincelles rapidement incandescentes.

Enfin, les terres rouges de Madagascar renferment deux minéraux : la *bastnaésite* (fluocarbonate de terres cériques), dont une simple calcination donne des oxydes purs, et la *tscheffkinite* (silico-titanate des mêmes oxydes).

* * *

Zirconium.—La zircone sert à fabriquer des briques réfractaires employées à la construction des fours Siemens-Martin ; on l'emploie aussi pour l'obtention de creusets, pour la fabrication de fours électriques à arc, etc.

Au *zircon*, qui constituait la source principale du zirconium, se sont joints, en 1893, des oxydes naturels nommés *baddeleyite* et *brazilite* ; mais, en réalité, les minéraux exploités, et que les mineurs brésiliens appellent *favas*, sont des oxydes de zirconium mélangés à des oxydes de fer, de manganèse, de titane, silice, etc.

Tous les lavages aurifères de Madagascar donnent des zircons en cristaux extrêmement petits, tandis que de magnifiques cristaux, atteignant jusque 15 centim. et pesant plusieurs kilogrammes, se sont trouvés dans les terres rouges où ils sont d'origine éluvionnaire. Les premiers essais ont montré la grande valeur des ces « monstres » minéralogiques, et les études sont activement poursuivies, tant en vue de leur utilisation que de leur exploitation.

* * *

Micas. — Madagascar renferme des gîtes de *muscovite* et de *phlogopite* qui peuvent être utilisés industriellement. La muscovite provient de pegmatites et la phlogopite de veines traversant une pyroxénite.

Le mica destiné à l'industrie électrique doit donner des lames de clivages planes, pouvant être clivées à 5 centièmes de millimètre, dépourvues d'inclusions, très flexibles et pouvant être découpées sans se fendre. L'industrie des poêles a popularisé la muscovite. Enfin, les résidus, et même la poudre de mica, ont trouvé divers emplois.

*
* *

M. Lacroix termine comme suit sa conférence :

« Ce rapide exposé montre l'intérêt que présentent à tous » égards ces industries minérales, nouvelles à Madagascar. Elles » mérite de retenir l'attention du public français et particulière- » ment celle des industriels qui sont trop portés à ignorer ou » à dédaigner les produits de nos colonies... Il a fallu la grande » guerre pour que les graphites malgaches trouvent acheteurs » autre part qu'en Angleterre ou en Amérique. Puisse cette » sévère leçon n'être pas perdue pour l'avenir ! »

J'ajouterai qu'il y a, dans ce qu'a fait M. Lacroix pour aider au développement minier de la grande île, un bel exemple à suivre pour nous.

J'ai dit plus haut que la monazite, le zircon, le saphir, aussi bien que des minéraux uranifères, ont déjà été décelés au Congo. L'attention des prospecteurs doit donc être attirée vers tous ces minéraux et on ne saurait assez leur répéter de ne pas manquer de soumettre à l'examen de spécialistes tout minéral qui, par son aspect, sa couleur, sa densité, sa forme, attire leur attention comme ne rentrant pas dans les espèces usuelles, et cela quelque petites que soient leurs dimensions. On a vu, dans ce qui précède, que la découverte de gîtes exploitables n'a souvent pas tardé de suivre la découverte de ce qui n'était d'abord qu'une curiosité minéralogique, dès que l'utilité industrielle de celle-ci a été prouvée.

La prospection minière de notre colonie, quels que soient les grands résultats qu'elle a donnés jusqu'ici, ne fait que commencer si l'on tient compte des vastes étendues qu'il reste à fouiller et la constitution géologique du bassin du Congo laisse espérer qu'il recèle des richesses insoupçonnées.

Emettons également l'espoir que toutes ces prospections soient menées avec la méthode scientifique indispensable et que des missions du genre de celles que M. Lacroix a si brillamment conduites à Madagascar soient organisées plus fréquemment au Congo belge, non seulement sous l'égide gouvernementale, mais aussi par les sociétés de recherches, qui ne pourront qu'y trouver un avantage considérable.

H. Buttgenbach.

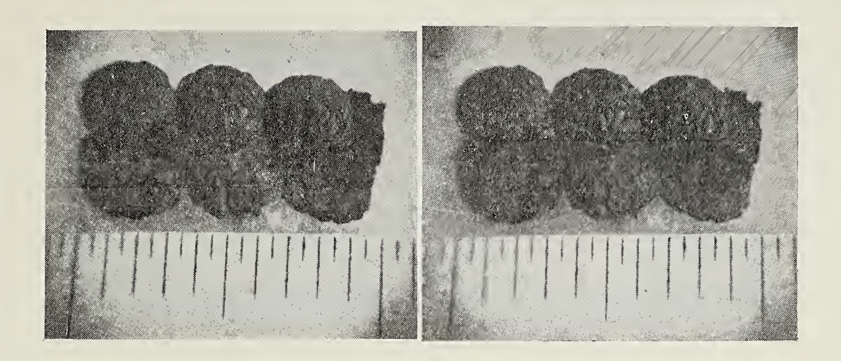


Fig. 1. Vue stéréoscopique agrandie du *Smeystersia Minuta*, avec échelle divisée en demis millimètres.

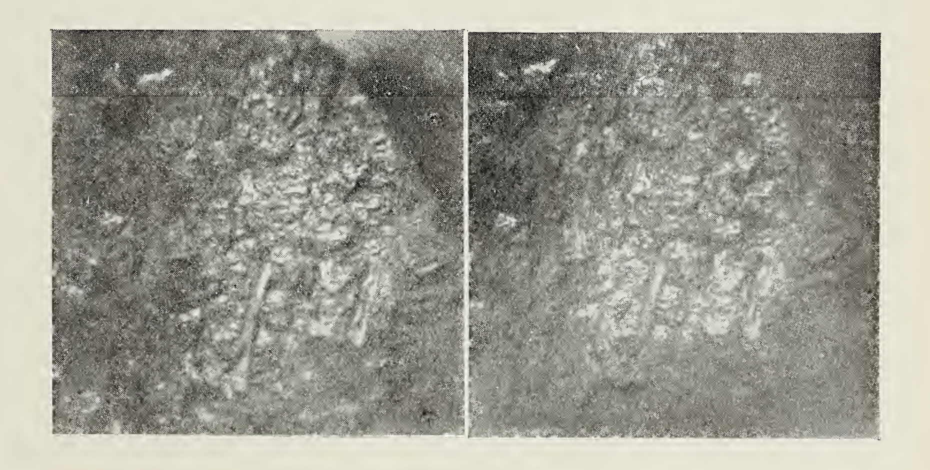


Fig. 2. Vue stéréoscopique donnant l'aspect d'une portion de la roche wealdienne avec châtons-mâles de *Smeystersia minuta* (moindre grossissement).

Smeystersia minuta nov. gen. ; Sew. Sp.

Collections de Paléontologie de l'Université de Liége.

Echantillon volé par les Allemands en 1914.

Louis Mengaud. — Recherches géologiques dans la région cantabrique [1]

ANALYSE PAR P. FOURMARIER

L'auteur de cet important mémoire s'empresse de déclarer, dès les premières pages, que son livre n'est pas une monographie mais bien un ensemble de matériaux pour l'étude de la province de Santander. Ce travail n'en constitue pas moins un document de toute première valeur à consulter avec fruit par les géologues qui visiteront cette région si intéressante non seulement par les mines qu'elle renferme, mais par la diversité de ses formations géologiques et la complexité de sa tectonique.

C'est une continuation, envisagée avec les vues modernes de la géologie, de l'œuvre classique du professeur Ch. BARROIS sur les Asturies et la Galice.

Au point de vue stratigraphique, la province de Santander montre une grande variété ; son sol est constitué par toute la série des terrains depuis le dévonien jusqu'à l'oligocène. M. MENGAUD en a donné une description claire et précise, en s'attachant particulièrement à l'étude du crétacé et du tertiaire qui couvrent la majeure partie du territoire.

Le dévonien est caractérisé par des quartzites qu'il faut vraisemblablement rapporter à la partie supérieure du système ; le dinantien est marqué par le développement des masses calcaires ; le carbonifère supérieur n'est représenté que par des lambeaux de schiste et de grès avec traces de charbon que l'on peut sans doute rapporter à la partie inférieure de notre terrain houiller.

---

(1) In 8° de 370 pages, 87 figures dans le texte, 18 planches phototypie et 9 planches de cartes et coupes. — Toulouse, imprimerie Ve Bonnet, 1920.

En discordance sur ces terrains, repose une importante série de poudingues, grès rouges, schistes rouges, déterminés comme permo-trias, par comparaison avec des dépôts analogues des Pyrénées ; l'absence complète de restes organiques ne permet pas cependant de fixer leur âge avec certitude. L'auteur rapporte au trias supérieur des marnes bariolées avec gypse, sel gemme, ophites, cargneules, se présentant avec un facies analogue à celui du keuper des Pyrénées ; ce terrain dont les relations avec les formations antérieures ne paraissent pas bien établies, a vraisemblablement joué un rôle dans la tectonique de la région et certaines coupes figurées par l'auteur font penser à celles du Nord de l'Afrique où des terrains à sel et à gypse, percent sans règle apparente les roches plus récentes.

Le jurassique est assez développé dans la région étudiée ; il est en contact soit avec le trias supérieur, soit avec le rhétien ; le lias inférieur paraît manquer, de sorte que l'on peut supposer une émersion momentanée avant le dépôt du jurassique. Ce dernier est constitué par des marnes et des calcaires à céphalopodes ; à Santander, par contre, le lias moyen est riche en brachiopodes.

Le crétacé atteint un développement beaucoup plus considérable. Il débute par une série composée d'argiles, marnes, grès ferrugineux et charbonneux, avec faune d'eau douce, du wealdien ; l'épaisseur de cette série est considérable ; elle renferme parfois des lignites et débute par un poudingue de base reposant tantôt sur le jurassique, tantôt sur le permo-trias ; une période continentale marque donc la fin du jurassique et le début du crétacé.

L'aptien est essentiellement calcaire avec des variations de facies portant sur le développement plus ou moins grand des calcaires zoogènes. A l'albien et au vraconien sont rapportées des formations à facies néritique, parfois littoral, avec traces de lignite ; on y trouve encore des calcaires construits mais plus localisés que dans l'étage inférieur ; la faune est intermédiaire entre les faunes aptienne et cénomanienne. Le cénomanien, avec ses argiles et grès pyriteux et ligniteux à la base, est la continuation normale de la série précédente ; des calcaires gréseux et des grès en forment la partie principale ; le turonien, peu développé, se différencie mal du cénomanien ; il passe insensiblement aux grès de la base

du sénonien (santonien), de telle sorte qu'en l'absence de fossiles, il est souvent impossible de décider si certaines couches appartiennent au turonien ou bien doivent être rattachées au sénonien ; ce doute ne peut porter, d'ailleurs, que sur une faible épaisseur de roches.

Le sénonien est formé par des marnes grises et des grès glauconieux, et présente, dans son ensemble, un facies néritique.

Les terrains tertiaires de la région cantabrique appartiennent à l'éocène et à l'oligocène. L'éocène inférieur a le facies néritique et montre de grandes analogies avec celui des Petites Pyrénées de la Haute-Garonne ; mais, si dans cette dernière région il y a passage progressif du crétacé au tertiaire par l'intermédiaire du montien, il ne semble pas en être de même dans la région cantabrique (sauf peut-être dans le petit bassin de San Roman) ; en effet, non seulement le montien n'y a pas été reconnu, mais encore les couches inférieures de l'éocène reposent tantôt sur le campanien, tantôt sur le santonien, tantôt sur les calcaires aptiens ; cette disposition transgressive résulte d'une période continentale qui a précédé l'arrivée de la mer éocène ; le mouvement a été peu important toutefois puisque sur la carte géologique de la région, le tertiaire emboîte, dans ses grandes lignes, l'allure du terrain crétacé. L'éocène moyen et l'éocène supérieur sont essentiellement formés de calcaires à nummulites ; la partie supérieure est constituée par un calcaire rose compact qui, par endroits, repose en discordance sur les bancs plus inclinés des calcaires crétacés ; l'éocène moyen commence lui-même par un banc de conglomérat (banc à dragées) ; la période éocène est donc caractérisée par des mouvements oscillatoires de la région avec des phases continentales séparant des phases de sédimentation, de façon à permettre des phénomènes d'érosion, des différences dans l'inclinaison des bancs de deux séries superposées, des dispositions transgressives.

L'oligocène bien caractérisé par sa faune est formé de conglomérats, de brèches, de grès, de marnes, le tout d'une couleur rouge brique caractéristique. La nature des sédiments indique de grandes variations dans les conditions de dépôt : des bancs de poudingue à gros éléments sont recouverts par des lits marneux renfermant des polypiers libres.

Le quaternaire comprend des dépôts continentaux : lambeaux

d'alluvions anciennes et terrasses fluviales ; en outre des grottes nombreuses, souvent riches en restes de l'industrie humaine, en peintures et dessins.

M. MENGAUD s'occupe ensuite de la tectonique de la région cantabrique sur laquelle on ne possédait jusqu'ici qu'un petit nombre de données.

D'après ses observations, notre savant collègue estime que l'on doit considérer la région comme un pays de nappes ; il décrit des contacts de charriage avec des mylonites, des lambeaux écrasés, des couches chiffonnées, des fenêtres d'origine tectonique. Ses arguments sont très bien présentés avec des croquis, des coupes, de belles photographies et l'on accepte sans difficulté qu'il existe dans la région des accidents tectoniques remarquables. Il distingue trois unités tectoniques principales : 1° La *nappe des « Sierras planas »* (ou nappe I), principalement formée de quartzites et grès du dévonien supérieur, tout au moins dans la zone figurée sur ses cartes ; cette nappe se prolonge vers l'Ouest dans les Asturies ; vers l'Est, elle tend à disparaître et se présente sous forme de lambeaux isolés en allure synclinale pincés dans les terrains sous-jacents appartenant à la nappe inférieure.

2° La *nappe des « Picos de Europa »* (nappe II), formée d'une masse importante de calcaires dinantiens qui chevauche le carbonifère supérieur et le lias et laisse voir dans des fenêtres les grès permo-triasiques et des marnes probablement albiennes ; elle est très plissée et se prolonge vers l'Est par un anticlinal formé en majeure partie de permo-trias, et souligné par des pointements de calcaire dinantien ; la partie crétacée et tertiaire de la nappe forme le grand synclinal de San Vicente de la Barquera.

3° L'*aire synclinale comprise entre Udias et Santander*, en partie chevauchée par la nappe des Picos de Europa.

Les documents relevés avec le plus grand soin par M. MENGAUD montrent incontestablement que la région a été fortement plissée après l'oligocène sous l'action d'une poussée énergique déversant les plis vers le Sud, donnant naissance à des failles, provoquant la formation de charriages avec tous leurs accidents secondaires. La carte structurale que l'auteur a jointe à son mémoire est particulièrement instructive ; elle illustre fort bien sa manière

de voir. Je me permettrai cependant de présenter quelques observations.

Je laisserai de côté la nappe n° 1, la plus élevée, dont l'érosion n'a d'ailleurs laissé subsister que des lambeaux ; en ce qui concerne la nappe des Picos de Europa, j'ai peine à croire, d'après les tracés de l'auteur, que l'aire synclinale entre Udias et Santander, en soit aussi indépendante qu'il le suppose ; sa coupe n° 5 indique notamment une continuité parfaite entre les terrains de l'anticlinal Monte de Arria-Sierra del Caballar appartenant à la nappe charriée, et ceux de l'aire synclinale qui se trouverait par dessous ; d'autre part, si dans la vallée du Rio Deva la nappe s'avance vers le Sud jusque près de Potes, il n'y a pas de raison suffisante pour la limiter à la cassure qui coupe le flanc sud de l'anticlinal Monte de Arria-Sierra del Caballar, à l'Est du Rio Nansa.

La fracture transversale de direction à peu près nord-sud qui limite à l'Ouest l'aire synclinale d'Udias-Santander est particulièrement intéressante ; elle me rappelle une dislocation du même type qui affecte en Belgique le massif charrié de la Vesdre ; comme celle-ci, elle sépare deux régions où la direction moyenne des plis est légèrement différente ; elle est vraisemblablement en relation avec les phénomènes de charriage, mais je doute qu'elle ait l'importance que lui accorde M. Mengaud.

Je ne voudrais pas que mon savant collègue put prendre ces quelques observations pour une critique de son travail ; il ne doit y voir que le résultat des réflexions qui me sont venues à l'esprit après un examen attentif de son beau mémoire ; je dois le féliciter d'avoir, dans un temps relativement court, procédé au levé détaillé d'une vaste région, d'accès difficile, dépourvue de bonnes cartes topographiques.

M. Mengaud a bien mis en évidence un fait capital, à savoir que, dans la région cantabrique, les plis et les charriages ont pris naissance sous l'action d'une poussée dont le sens relatif est du Nord au Sud ; cette région fait suite au versant sud des Pyrénées, c'est-à-dire qu'elle appartient au flanc nord du grand bassin de l'Ebre ; la poussée s'est fait sentir vers l'axe du synclinal ; c'est un fait général dans les régions plissées de l'écorce terrestre.

Enfin, il est incontestable que le trias supérieur ou keuper avec ses marnes, ses dépôts de gypse et de sel a joué un rôle dans la tectonique de la région ; des lambeaux de ce terrain percent les

formations plus récentes à la manière des noyaux de percement des plis « diapirs » ; les dislocations se montrent plus nombreuses au voisinage des pointements de keuper ; son influence a été probablement très active dans la tectonique du pays et il serait bien intéressant d'envisager spécialement cette question dans une étude plus approfondie de la tectonique cantabrique ; l'œuvre de M. MENGAUD fournit une base précieuse pour entamer de telles recherches.

Un dernier chapitre de l'ouvrage est consacré à la géographie physique. L'auteur décrit sommairement la physionomie générale du pays ; il montre les types divers du paysage correspondant à la nature lithologique du sol, l'aspect de la cote bordée de falaises et échancrée par les « rias » aux embouchures des rivières ; enfin il nous explique comment l'Ebre est menacée de voir son cours supérieur capturé à bref délai par le Rio Besaya, qui descend en cours rapide vers l'Océan Atlantique.

J'ajouterai que l'ouvrage de M. MENGAUD est abondamment illustré de cartes, de croquis, de photographies qui en rendent la lecture facile et agréable.

Liége, juillet 1921.

P. FOURMARIER.

Marcellin Boule. — Les hommes fossiles. Eléments de Paléontologie humaine [1]

Analyse par le Professeur Charles Fraipont

La grande guerre a été forcément marquée par un temps d'arrêt dans les recherches de science pure ; aussi quelques savants de tout premier ordre utilisèrent-ils leurs loisirs forcés à regarder en arrière et à mettre au point les documents épars et nombreux de la paléontologie humaine.

Depuis le *Précis de Paléontologie humaine* de Hamy, l'on attendait un ouvrage de valeur, spécialement destiné à nous montrer où l'on en est arrivé au point de vue de la connaissance spécialement morphologique des hommes primitifs, au point de vue de la question suprême de nos origines.

Le point de vue plus particulièrement industriel avait donné lieu à des travaux remarquables de savants tels que Mortillet, Cartailhac, Reinach, Déchelette; on attendait un vrai traité de paléontologie humaine.

Breuil avait publié, en 1909, un excellent petit opuscule : *Les plus anciennes races humaines connues*, travail trop peu développé pour combler la lacune. Le professeur Henry Fairfield Osborn fit paraître en 1915 : *Men of the old stone Age, their environment, Life and Art* qui en est à sa troisième édition et à sa huitième réimpression et qui, avant l'apparition de l'ouvrage de Boule faisant l'objet de cette notice, était une remarquable mise au point de la question, la plus remarquable avec : *The most ancient skeletal remains of Man* du Dr Ales. Hrdlicka ; mais l'admirable traité de Boule laisse loin derrière lui tout ce qui a été fait.

(1) Masson et Cie, 120, Boulevard St-Germain, Paris, 1921.

Ce qui frappe tout d'abord à la lecture de ce beau livre c'est le sens critique profond, la sage prudence, l'esprit profondément scientifique de l'auteur.

A combien d'écueils sont exposés les meilleurs d'entre les anthropologues que tenta le désir de vulgariser cette science de l'homme primitif, de coordonner pour les esprits cultivés quoique non spécialisés l'immense série des découvertes des cinquante dernières années ?

Sécheresse d'un exposé où tant de lacunes apparaissent, où tant de points d'interrogation se montrent à chaque page, où tant de territoires restent « regiones incognitae ».

Tendance au roman scientifique, aux reconstitutions hazardeuses, aux conclusions hâtives que viendront démentir les découvertes de demain.

Dogmatisme absolu. Scepticisme décourageant. Tous ces écueils, Boule les a évités magistralement. Pour ce faire, il fallait toute la finesse de l'esprit français, il fallait un naturaliste : un zoologue, un paléontologue, un géologue, rompu aux méthodes anthropologiques et à la préhistoire : il fallait un Marcellin Boule !

Avant l'apparition de ce livre, j'avais pour l'auteur une profonde admiration et l'affection la plus grande ; à présent j'y joins la fierté d'être l'ami de celui qui écrivit un tel livre et tous ceux qui le liront comme moi partageront mon admiration.

D'abord, c'est un court aperçu historique de la question, puis un chapitre remarquable sur la chronologie, où l'auteur donne les notions géologiques indispensables pour que le lecteur puisse se faire une idée raisonnable des temps qu'embrasse l'étude de l'humanité.

Le chapitre suivant traite des Primates actuels et des singes fossiles, autre mise au point indispensable pour le lecteur non anthropologiste. Dans ces chapitres préliminaires, déjà l'on peut remarquer bien des idées personnelles et la méthode claire, intuitive et scientifique dont l'auteur ne se départit nulle part.

Le quatrième chapitre est consacré au Pithécanthrope de Java ; le cinquième est la meilleure et la plus complète mise au point de la question de l'homme tertiaire et des éolithes.

Le chapitre VI qui s'occupe des homme chelléens et qui, après

avoir examiné leur industrie, décrit les restes de Weimar, de Mauer, de Piltdown, est la meilleure mise au point de ces restes bien datés, mais difficiles à interpréter. Quelle que soit l'opinion que l'on puisse avoir relativement à ces restes humains, on doit reconnaître, à celle que défend BOULE, l'absence complète de présomption hasardeuse et la méthode scientifique la plus sûre.

Le chapitre VII consacré à l'espèce humaine fossile la mieux connue : l'homme de Néanderthalne, pouvait qu'être traité avec la plus grande maestria par le savant monographiste de l'homme de la Chapelle-aux-Saints.

Les hommes de l'âge du renne font l'objet du chapitre VIII dans lequel l'admirable développement artistique du quaternaire supérieur coïncide avec l'apparition du type *homo sapiens* négroïde de Grimaldi, type de Cro-magnon, type de Chancellade.

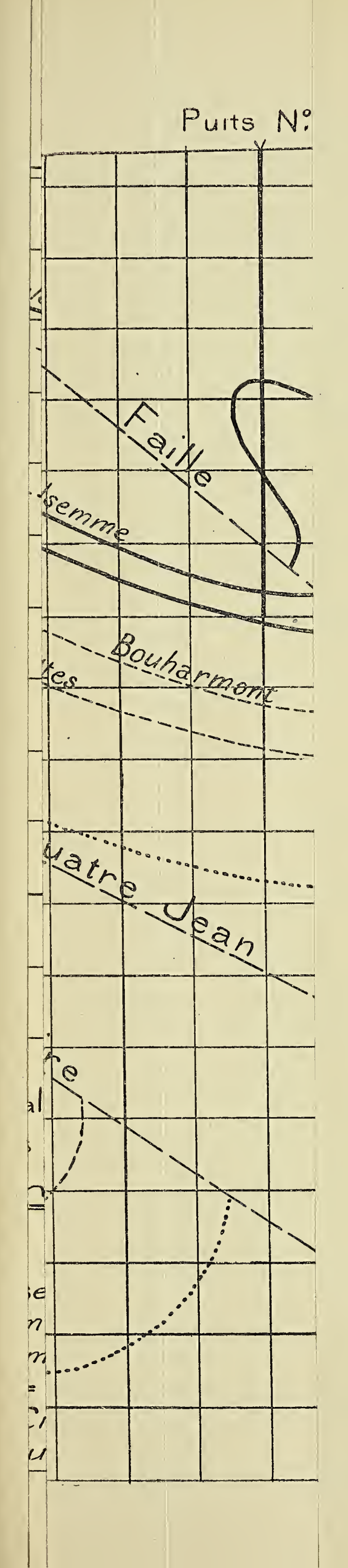
Le chapitre IX étudie l'un des problèmes les plus ardus : le passage des hommes fossiles aux hommes actuels. Les hommes fossiles extra européens sont étudiés dans le chapitre X.

Enfin le XIe et dernier chapitre montre ce que l'on peut répondre aujourd'hui sans présomption à la question suprême de HUXLEY : que sommes-nous ? D'où venons-nous ?

Résumer de quelque façon que ce soit l'œuvre admirable de MARCELLIN BOULE serait, à mon avis, tout à fait inutile. Tout homme cultivé qui se pique de s'intéresser même de loin à la science doit lire ce beau livre.

1921.

Charles FRAIPONT.



Puits N°
Faille
Bouharmont
Quatre Jean

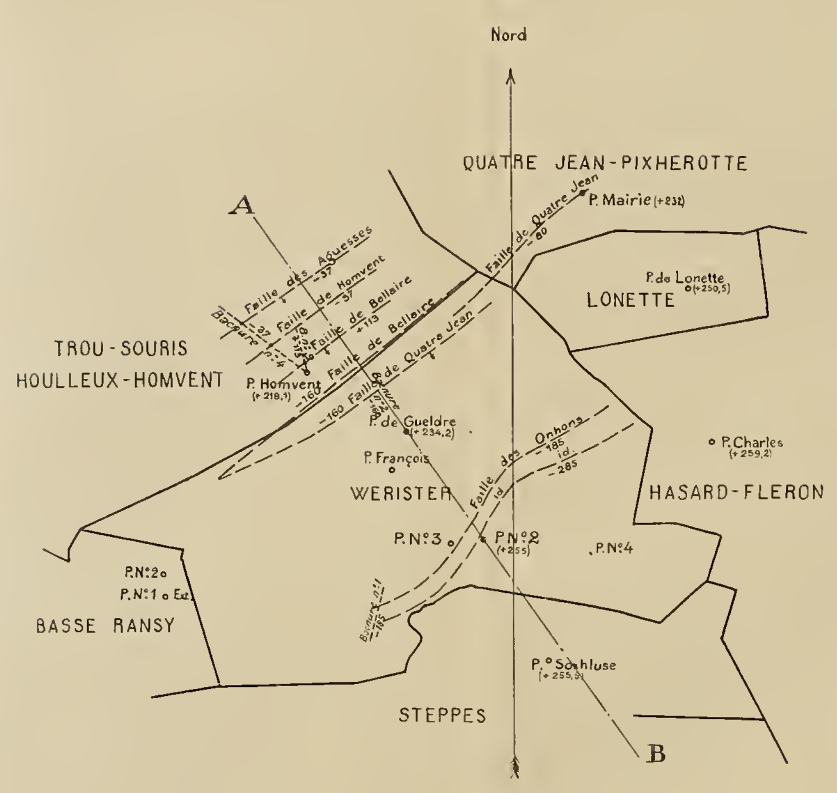


Figure 1 : **Plan horizontal** (Échelle : 1 40.000e)

N. B. — Les cotes sont rapportées au niveau de la mer

N.O. — Puits de Gueldre — Puits N°2 — S.E.

Niveau de la Mer

Coupe verticale AB de la Planche I passant par l'axe des puits de Gueldre et N° 2 de Wérister

Echelle : 1 à 10.000

LEGENDE

Cowette = Oiseau de Proie.
Petite Delsemme = Midi.
Grande Delsemme = N° 2 = Meldaccord.
Bouharmont = Beaujardin = Homvent = Vignoule.
Pixherottes = Cinq Poignées = Guillaume.
Poudingue houiller : H1c.

Table des Matières

BULLETIN

Pages

PUBLICATIONS RELATIVES AU CONGO BELGE ET AUX RÉGIONS VOISINES

Table alphabétique des Auteurs

A

B

C

D

G

H

L

M

Q

R

S

Table alphabétique des Matières

A

B

C

D

E

I

J

K

L

M

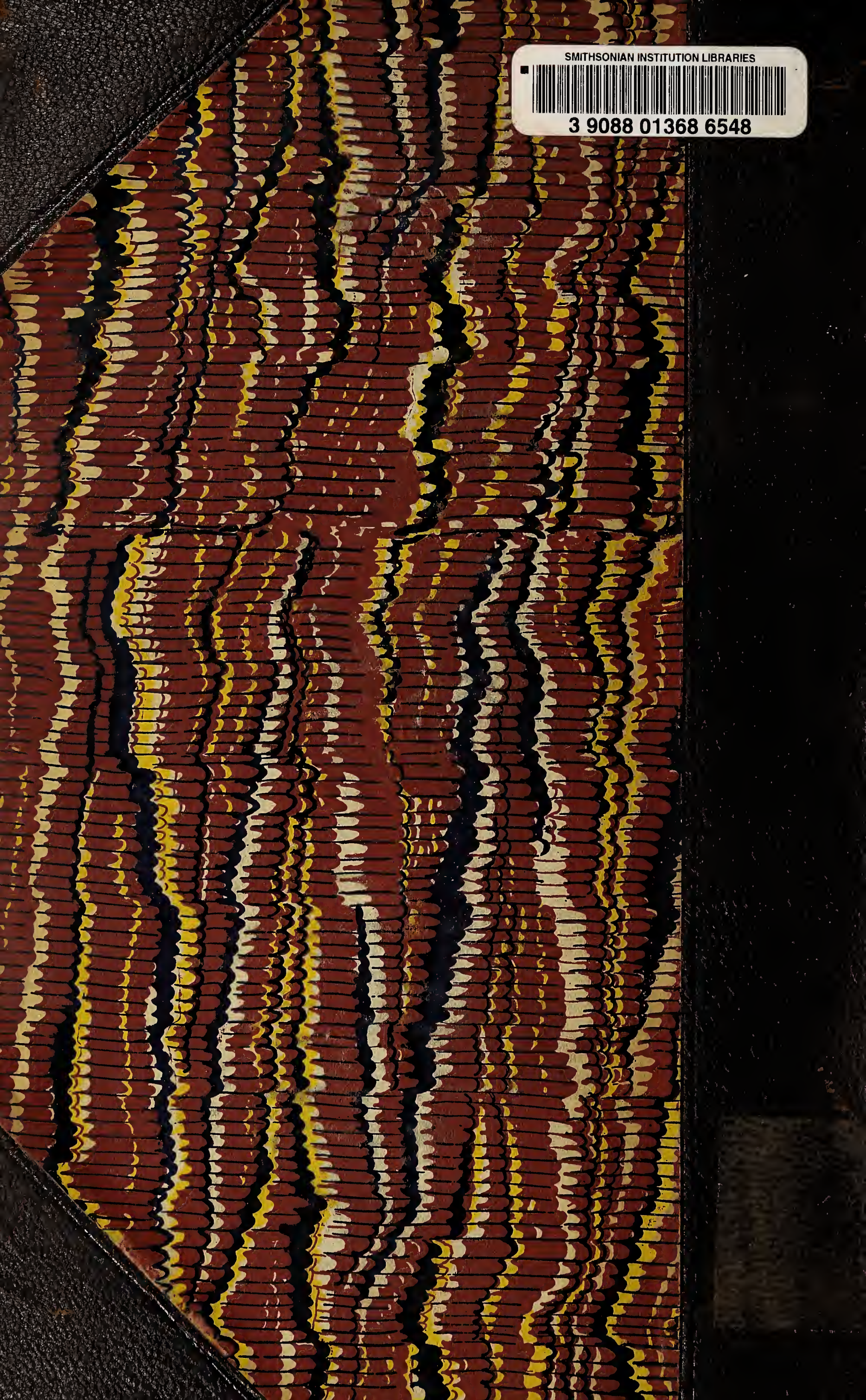
S

T

Williams






SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01368 6548